

ISSN 2520-2227

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Баҳши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

4(44) 2018



**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
Серия: Инженерные исследования

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
Series: Engineering studies

# ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

4(44)  
2018

**СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Издаётся с  
января 2008 года

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Учредитель и издатель:  
Таджикский технический  
университет имени академика  
М.С. Осими  
(ТТУ им. акад. М.С.Осими)

Научное направление  
периодического издания:  
5.14.00 Энергетика\*;  
5.16.00 Металлургия и  
материаловедение\*;  
5.17.00 Химическая  
технология;  
5.22.00 Транспорт\*;  
5.23.00 Строительство и  
архитектура\*.

Свидетельство о регистрации  
организаций, имеющих право  
печати, в Министерстве культуры  
РТ № 0261/ЖР от 18 января 2017 г.  
Периодичность издания -  
ежеквартально  
Подписной индекс в каталоге  
«Почтаи точик» -77762

Журнал включен в РИНЦ  
[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=62828](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828)

Договор с Научно-электронной  
библиотекой №05-08/09-1 о  
включении журнала в Российский  
индекс научного цитирования

Полнотекстовый вариант журнала  
размещен в сайте <http://vp-es.ttu.tj/>

Адрес редакции:

734042, г. Душанбе, проспект  
акад. Ражабовых, 10А  
Тел.: (+992 37) 227-04-67  
Факс: (+992 37) 221-71-35  
E-mail: [nisttu@mail.ru](mailto:nisttu@mail.ru)

**Х.О. ОДИНАЗОДА,**  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор, главный редактор  
**М.А. АБДУЛЛОЕВ,**  
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора  
**А.Д. РАХМОНОВ,**  
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора  
**А.Б. БАДАЛОВ,**  
доктор химических наук, профессор  
**И.Н. ГАНИЕВ,**  
академик АН РТ, доктор химических наук, профессор  
**А. Г. ГИЯСОВ,**  
доктор технических наук, профессор  
**Р.А. ДАВЛАТШОЕВ,**  
кандидат технических наук, доцент  
**Т.Дж. ДЖУРАЕВ,**  
доктор технических наук, профессор  
**Л.С. КАСОБОВ,**  
кандидат технических наук, доцент  
**Т.Ы. МАТКЕРИМОВ,**  
доктор технических наук, профессор (Кыргызская Республика)  
**Р.С. МУКИМОВ,**  
доктор архитектуры, профессор  
**Д.Н. НИЗОМОВ,**  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор  
**А.И. СИДОРОВ,**  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
**В.В. СИЛЬЯНОВ,**  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
**А.Г. ФИШОВ,**  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
**М.М. ХАКДОД,**  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор  
**А.Ш. ШАРИФОВ,**  
доктор технических наук, профессор  
**Д.Х. САИДОВ,**  
доктор технических наук, профессор  
**А. АКБАРОВ,**  
доктор технических наук, профессор  
**А. РУЗИЕВ,**  
кандидат технических наук  
**М.Ю. ЮНУСОВ,**  
кандидат технических наук  
**Р.А. ДЖАЛИЛОВ,**  
кандидат технических наук

\*Указанные направления журнала с 18 октября 2017 года включены в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РТ.

МУНДАРИЧА

ЭНЕРГЕТИКА

|  |    |
|--|----|
| <i>А.Қ. Қирғизов, Ш.М. Султонов, С.Е. Кокин, М.Х. Сафаралиев.</i> Алгоритми интиқоби дастгоҳҳои ҷубронкунанда бо усули мантиқи номуайян                                | 10 |
| <i>В.З. Манусов, Ҷ.С. Аҳёев, Д.В. Орлов, Ҷ.Б. Раҳимов.</i> Таҷрибаҳои ҳолати техникаи таҷҳизоти барқӣ тибқи усули таҳлили иерархӣ                                      | 13 |
| <i>В.Н. Тульский, Б.Ҷ. Иноятов, Ш.Ҷ. Ҷӯраев, Ҷ.Б. Раҳимов, С.Т. Исмоилов.</i> Баҳодиҳии таъсири бори ғайрисимметрӣ ба речаи кори ҳароратии хати кабелӣ                 | 17 |
| <i>И.Т. Абдуллоев, Ҷ.Ҳ. Каримов, З.В. Кобулиев, Р.Т. Абдуллозода.</i> Усули муайянкунии ҳолати заминваслаи вобаста ба омилҳои бавоситаи таъсирикунанда                 | 23 |
| <i>С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов.</i> Таҳлили истеҳсол, интиқол ва истеъмоли энергияи электрикӣ дар ширкати энергетикаи миллии ШСХК «Барқи тоҷик»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон | 27 |
| <i>С.Ш. Қурбонализода, А.А. Гулаҳмадов, З.В. Кобулиев.</i> Коркарди қисмати оббарандаи гидротурбинаи ПЛ40 ва тадқиқи таъсири пусатсионии он                            | 35 |
| <i>Ф.М. Раҳимов, Н.В. Силин, А.К. Қирғизов, И. Толибзода.</i> Оид ба истифодаи якҷояи турбинаҳои бодӣ бо наварди амудӣ дар муҳити шаҳр                                 | 40 |

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

|   |    |
|---|----|
| <i>А.М. Ҳайдаров, Б.Б. Эшов, И.Н. Ғаниев, А.Ғ. Сафаров.</i> Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиш ва тағйирёбии функцияҳои термодинамикии ҳӯлаи сурб бо висмут                  | 46 |
| <i>Н.Ш. Вазиров, И.Н. Ғаниев, Н.Ф. Иброҳимов, Х.Я. Шарипова.</i> Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиши хос ва тағйирёбии термодинамикии функцияи ҳӯлаҳои алюминий АМг2 ва АМг6 | 52 |
| <i>Р.Ҳ. Саидзода, И.Н. Ғаниев, С.С. Гулов, С.Т. Бадурдинов.</i> Модификатор – стронсийи эвтектикаи алюминий-германий ва ҳӯлаи АК7М2   | 55 |
| <i>С.С. Гулов, И.Н. Ғаниев, А.Э. Бердиев.</i> Таъсири стронсий ва германий ба хосиятҳои механикии ҳӯлаи АК7М2   | 59 |
| <i>С.Э. Отаҷонов, И.Н. Ғаниев, М. Махмудов, М.М. Сангов.</i> Таъсири стронсий ба кинетикаи оксидшавии ҳӯлаи АК1 дар ҳолати сахтӣ  | 64 |
| <i>Т.Д. Ҷӯраев, Ф.К. Раҳимов, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов.</i> Ҳисоби диаграммаи ҳолати дучандаи металлҳои ишқорзаминӣ, европий ва иттербий бо силитсий                    | 68 |

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ

|  |    |
|--|----|
| <i>А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов.</i> Ба низом даровардани таркиби керамзитобетони иловагии органикидошта барои зиёд намудани коэффитсиенти сифатии сохтори он                            | 71 |
| <i>Ҷ.Б. Асриев, Ш.Р. Самиҳов.</i> Омӯзиши раванди сианонии тилло ва нуқра аз маъданҳои кони Дуоба  | 75 |
| <i>М.А. Сулаймонова, Д.Ҳ. Худойқулов, М.Э. Саидов.</i> Таҳлили кимиёвии ташкилдихандаҳои қисмати омехтаи хоку оҳак   | 77 |
| <i>Р.Ҳ. Сайраҳмонов, Л.С. Исмоилов, С.С. Умаров, Х.К. Бобоев, Ф. Нуоров.</i> Баланд бардоштани устувории асфалтобетонҳои сохтмони роҳ бо истифода аз иловагии комплексӣ дар асоси смолаи госсиполӣ | 80 |
| <i>С.С. Радаев, М.В. Қудоманов, В.А. Юмина, М.А. Ашуров.</i> Масъалаи истифодабарии торф дар истеҳсоли самараноки гарминигӯҳдории масолеҳи сохтмонӣ  | 83 |
| <i>Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, М.М. Сафаров, М.М. Анақулов.</i> Гармиғунҷоиши композитсионии маводи сохтмон дар системаи бетон + хокистар  | 85 |
| <i>Ш.Р. Маҳмадов, Р.Ҳ. Сайраҳмонов.</i> Таҳқиқоти хосияти бетон дар асоси семент бо иловагиҳои органоинералӣ   | 89 |

НАҚЛИЁТ

|  |     |
|--|-----|
| <i>А.А. Раҷабов.</i> Мавқеъ ва нақши нақлиёт дар рушди устувори минтақаи деҳот   | 92  |
| <i>А.А. Саибов, А.М. Умирзоқов, М.А. Абдуллоев.</i> Ташаккулёбии шароити сарҳадии намуди 4-М дар МДС-и бо ҳаво сардшаванда | 98  |
| <i>А.К. Шералиев.</i> Ҳолат ва дурнамои таъмини нақлиёти минтақавӣ дар муносибатҳои муҳоҷирати фазои Тоҷикистону Россия    | 104 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>А.С. Фохаков, Р.К. Раҷабов, А.А. Сайдалиев.</i> Таъсири омилҳои асосӣ ба рақобатпазирии потенциали маҷмӯи нақлиётӣ-технологии минтақаҳои кӯҳсор                | 107 |
| <i>А.Н. Ременцов, В.А. Егоров, Ҷ.Ш. Тошев, Ҳ.Б. Хусейнов.</i> Доир ба масъалаи идоракунии сохтори синнусолии парки муассасаҳои нақлиёти автомобилии шаҳри Душанбе | 118 |
| <i>Б.Т. Камолитдинов.</i> Таҳлили ҳолати системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон   | 122 |
| <i>А.С. Фохаков.</i> Модели иқтисодӣ-математикаи ташаккули талаботи системаи нақлиётӣ-технологии аҳолии минтақаҳои кӯҳсор ба хизмати робитаҳои автобусӣ           | 126 |
| <i>М.И. Исмоилов, Ф.М. Юнусов, П.Д. Ходжаев.</i> Ташаккул ва рушди нақлиёти чамбъиятӣ дар минтақаи Қӯрғонтеппаи вилояти Хатлон                                    | 133 |
| <i>Р.Ҳ. Раҳимова.</i> Нақлиёти автомобилии мусофирбари Ҷумҳурии Тоҷикистон ва самтҳои афзоиши самаранокии кори он   | 138 |
| <i>Ф.Н. Наҷмудинов.</i> Принсипҳои логистикаи такмилдиҳии ташкили интиқоли байналмилалӣ минтақавии автомобилии борҳо  | 144 |

### СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

|  |     |
|--|-----|
| <i>А. Акбаров.</i> Ландшафти кӯл ва обанборҳои кӯҳии Тоҷикистон – асоси ташаккули меъморӣ маҷмааҳои истироҳатӣ   | 147 |
| <i>А. Гиёсов, Ю.Г. Баротов.</i> Ҳолати гармии инсон дар маҳалҳои пуриморати шаҳрҳои бо шароити иқлими гарм   | 151 |
| <i>А. Рӯзиев.</i> Ҳисоби муҳандисии қобилияти борбардорӣ мехсутунҳои пармачоҳӣ дар хокҳои фурураванда  | 157 |
| <i>Аҳмад Ҷовид, Р.М. Шокиров, Н.Н. Ҳасанов.</i> Ҳайати ҳучраҳо ва асосҳои муайянсозии андозаи унсурҳои ҳаҷмию тарҳии маҷмааҳои иҷтимоӣ   | 162 |
| <i>Ҷ.Н. Низомов, И.Қ. Қаландарбеков, И.И. Қаландарбеков.</i> Тадқиқоти лаппиши озоди биноҳои дорои маҳдудкунакҳои сейсмикӣ бо назардошти тобхӯрӣ ва гардиши массаҳои инертсионӣ                                    | 165 |
| <i>Д.Н. Низомов, Л.Ш. Шарипов, И.С. Муминов.</i> Тадқиқоти бузургҳои динамикии модели намунаи бино дар асоси конструксияҳои синҷи беболор  | 170 |
| <i>Ҷ.Ш. Ғанизода, С.Р. Ҳайтова.</i> Таъсири мутақобили синтези санъат дар меъморӣ Тоҷикистон   | 175 |
| <i>И.Қ. Қаландарбеков, А.М. Сангинов, А.К. Рафиев.</i> Тадқиқоти хусусиятҳои физикию механикии масолеҳи қадимаи хиштин дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон   | 180 |
| <i>Л. Шарипов, И.С. Муминов, А.К. Рафиев, А.Ҷ. Раҳмонов, И.Ш. Ашуров.</i> Синҷи беболор аз бетони монолитӣ бо армиронии омехта барои минтақаҳои zilzilанок   | 183 |
| <i>М.И. Исмаилов.</i> Ба шакли муайян даровардани шароитҳои табиӣ ва антропогенӣ манзараҳо дар шаҳрҳои Тоҷикистон  | 188 |
| <i>М.С. Ситамов, Ҷовиди Ҷамшед, Ҷ.Ҳ. Саидов.</i> Сохторбандии бетонҳои дисперсӣ-армиронидашуда дар асоси ашёи хоми маҳаллии Ҷумҳурии Тоҷикистон  | 193 |
| <i>Н.Н. Ҳасанов.</i> Ташаккулёбии муҳити меъмориву Ҷазоии маҷмааҳои иҷтимоӣ  | 196 |
| <i>О.К. Комилов, Б.Б. Шоназаров.</i> Баҳодиҳии муҳандисӣ-геологияи устувории нишебӣ ва пояҳо, ки дар чинсҳои зардҳои сохтори номустаҳкам ҷойгиранд   | 200 |
| <i>Р. Муқимов, С. Мамаджанова, С. Ҷӯрахонов.</i> Мушкилоти рушди меъморӣ ва санъати монументалии Тоҷикистон дар даврони истиқлолият  | 206 |
| <i>Р.М. Шокиров, Э.К. Зоиров, Н.Н. Ҳасанов.</i> Гурӯҳи ҳучраҳои таълимию истиқоматии маҷмааҳои иҷтимоӣ   | 210 |
| <i>С.А. Тағоев, Ш.Қ. Шарипов, Ҳ.А. Зоиров.</i> Ҳисобкунии сарбории гармии биноҳои таълимӣ ва истиқоматии Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ бо назардошти ҳарорати миёнамоҳӣ дар ш. Душанбе | 213 |
| <i>Ф.З. Мирзоева.</i> Ташаккулёбии муҳити шаҳрсозии шаҳри Душанбе: анъана ва замони муосир   | 218 |

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

|  |    |
|--|----|
| <i>А.К. Киргизов, Ш.М. Султонов, С.Е. Кокин, М.Х. Сафаралиев.</i> Алгоритм выбора компенсирующих устройств на основе нечеткой логики   | 10 |
| <i>В.З. Манусов, Дж.С. Ахъёев, Д.В. Орлов, Дж.Б. Рахимов.</i> Диагностика технического состояния электрооборудования по методу анализа иерархий                                      | 13 |
| <i>В.Н. Тульский, Б.Д. Инояттов, Ш.Д. Джурраев, Д.Б. Рахимов, С.Т. Исмоилов.</i> Оценка влияния несимметричной нагрузки на тепловой режим работы кабельной линии                     | 17 |
| <i>И.Т. Абдуллоев, Дж.К. Каримов, З.В. Кобулиев, Р.Т. Абдуллозода.</i> Способ определения состояния заземляющего устройства в зависимости от косвенных факторов                      | 23 |
| <i>С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов.</i> Анализ выработки, передачи и потребления электрической энергии в национальной энергетической компании ОАХК «Барки Точик» Республики Таджикистан | 27 |
| <i>С.Ш. Курбонализода, А.А. Гулахмадов, З.В. Кобулиев.</i> Разработка проточной части гидротурбина ПЛ40 и исследование ее пульсационной характеристики                               | 35 |
| <i>Ф.М. Рахимов, Н.В. Силин, А.К. Киргизов, И. Толибзода.</i> К вопросу интеграции ветровых турбин с вертикальной осью в городскую среду   | 40 |

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <i>А.М. Хайдаров, Б.Б. Эшов, И.Н. Ганиев, А.Г. Сафаров.</i> Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций сплава свинца с висмутом                        | 46 |
| <i>Н.Ш. Вазиров, И.Н. Ганиев, А.С. Насриддинов, Х.Я. Шарипова.</i> Температурная зависимость удельной теплоемкости и изменение термодинамических функции алюминиевых сплавов АМг2 и АМг6 | 52 |
| <i>Р.Х. Саидзода, И.Н. Ганиев, С.С. Гулов, С.Т. Бадурдинов.</i> Стронций – модификатор алюминий-германиевой эвтектики и сплава АК7М2   | 55 |
| <i>С.С. Гулов, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев.</i> Влияние стронция и германия на механические свойства сплава АК7М2  | 59 |
| <i>С.Э. Отаджонов, И.Н. Ганиев, М. Махмудов, М.М. Махмадизода.</i> Влияние стронция на кинетику окисления сплава АК1 в твердом состоянии   | 64 |
| <i>Т.Д. Джурраев, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов.</i> Расчет двойных диаграмм состояния щелочноземельных металлов, европия и иттербия с кремнием                             | 68 |

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

|  |    |
|--|----|
| <i>А. Шарифов А., Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов.</i> Регулирование состава керамзитобетона с органической добавкой для повышения его коэффициента конструктивного качества                        | 71 |
| <i>Дж.Б. Асриев, Ш.Р. Самихов.</i> Изучение процесса цианирования руды месторождения Дуоба для извлечения золота и серебра   | 75 |
| <i>М.А. Сулейманова, Д.Х. Худойкулов, М.Э. Саидов.</i> Химический анализ составляющих компонентов грунтоизвестковых композиций   | 77 |
| <i>Р.Х. Сайрахонов, Л.С. Исмоилов, С.С. Умаров, Х.К. Бобоев, Ф.Б. Нуров.</i> Повышение устойчивости дорожных асфальтобетонов путем применение комплексной добавки на основе госсиполовой смолы | 80 |
| <i>С.С. Радаев, М.В. Кудоманов, В.А. Юмина, М.А. Ашуров.</i> К вопросу о применении торфа в производстве эффективных теплоизоляционных строительных материалов                                 | 83 |
| <i>Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, М.М. Сафаров, М.М. Анакулов.</i> Теплоемкость композиционных строительных материалов системы бетон + зола уноса   | 85 |
| <i>Ш.Р. Махмадов, Р.Х. Сайрахонов.</i> Исследование свойства бетона на основе смешанного цемента с органоминеральными добавками  | 89 |

ТРАНСПОРТ

|  |     |
|--|-----|
| <i>А.А. Раджабов.</i> Место и роль транспорта в устойчивом развитии сельских территорий  | 92  |
| <i>А.А. Саилов, А.М. Умирзоков, М.А. Абдуллоев.</i> Формализация граничного условия четвертого рода на ДВС с воздушным охлаждением                 | 98  |
| <i>А.К. Шералиев.</i> Состояние и перспективы транспортной обеспеченности территориальной миграционной связности пространства Таджикистан – Россия | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>А.С. Фохаков, Р.К. Раджабов, А.А. Сайдалиев.</i> Влияния основных факторов на конкурентоспособности потенциала транспортно-технологических систем горных регионов               | 107 |
| <i>А.Н. Ременцов, В.А. Егоров, Д.Ш. Тошев, Х.Б. Хусейнов.</i> К вопросу управления возрастной структурой парка автотранспортных предприятий города Душанбе                         | 118 |
| <i>Б.Т. Камолитдинов.</i> Анализ состояния транспортно-логистической системы Республики Таджикистан  | 122 |
| <i>А.С. Фохаков.</i> Экономико-математические модели формирования спроса транспортно-технологической системы обслуживания населения горных регионов в услугах автобусных сообщений | 126 |
| <i>М.И. Исмоилов, Ф.М. Юнусов.</i> Формирования и развития общественного транспорта в Кургантюбинской зоне Хатлонской области  | 133 |
| <i>Р.Х. Рахимова.</i> Пассажирский автомобильный транспорт Республики Таджикистан и направления повышения эффективности его работы   | 138 |
| <i>Ф.Н. Нажмудинов.</i> Логистические принципы совершенствования организации региональных международных автомобильных перевозок грузов   | 144 |

#### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

|   |     |
|---|-----|
| <i>А. Акбаров.</i> Ландшафт горных озер и водохранилища Таджикистана – основа формирования архитектуры рекреационных комплексов   | 147 |
| <i>А. Гиясов, Ю.Г. Баротов.</i> Тепловое состояние человека в застройке городов с жарким условием климата   | 151 |
| <i>А.Р. Рузиев.</i> Инженерный расчет несущей способности буронабивной сваи в просадочных грунтах   | 157 |
| <i>Ахмад Джовид, Р.М. Шокиров, Н.Н. Хасанов.</i> Состав помещений и принципы определения параметров объемно-планировочных элементов социальных комплексов   | 162 |
| <i>Д.Н. Низомов, И.К. Каландарбеков, И.И. Каландарбеков.</i> Исследование свободных колебаний сейсмоизолированных зданий с учетом кручения и поворота инерционных масс  | 165 |
| <i>Д.Н. Низомов, Л.Ш. Шарипов, И.С. Муминов.</i> Исследование динамических параметров модели фрагмента здания на основе конструкции безригельного каркаса   | 170 |
| <i>Д.Ш. Ганизода, С.Р. Хаитова.</i> Взаимодействие синтез искусств в архитектуре Таджикистана   | 175 |
| <i>И.К. Каландарбеков, А.М. Сангинов, А.К. Рафиев.</i> Исследование физико-механических свойств материалов старинных кирпичных кладок на территории Республики Таджикистан                                    | 180 |
| <i>Л. Шарипов, И.С. Муминов, А.К. Рафиев, А.Д. Рахмонов, И.Ш. Аиуоров.</i> Безригельный каркас со смешанным армированием из монолитного железобетона для сейсмических районов                                 | 183 |
| <i>М.И. Исмаилов.</i> Естественные и антропогенные факторы в формировании ландшафта городов Таджикистана  | 188 |
| <i>М.С. Ситамов, Д. Джамшед, Д.Х. Саидов.</i> Структурообразование дисперсно-армированных бетонов на основе местного сырья Республики Таджикистан   | 193 |
| <i>Н.Н. Хасанов.</i> Формирование архитектурно-пространственная среда социальных комплексов   | 196 |
| <i>О.К. Комилов, Б.Б. Шоназаров.</i> Инженерно-геологическая оценка устойчивости склонов и откосов, расположенных в структурно-неустойчивых лессовых породах  | 200 |
| <i>Р. Мукимов, С. Мамаджанова, С. Джурахонов.</i> Проблемы развития архитектуры и монументального искусства Таджикистана в годы независимости   | 206 |
| <i>Р.М. Шокиров, Э.К. Зоиров, Н.Н. Хасанов.</i> Учебно-жилая группа помещений социальных комплексов   | 210 |
| <i>С.А. Тагоев, Ш.К. Шарипов, Х.А. Зоиров.</i> Расчет тепловой нагрузки учебных и жилых зданий Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими с учетом среднемесячных температур г. Душанбе | 213 |
| <i>Ф.З. Мирзоева.</i> Формирования градостроительной среды города Душанбе: традиция и современность   | 218 |

CONTENS

ENERGY

|  |    |
|--|----|
| <i>A.K. Kirgizov, Sh.M. Sultonov, S.E.Kokin, M.Kh. Safaraliev.</i> Algorithm for selecting compensating devices based on fuzzy logic   | 10 |
| <i>V.Z. Manusov, J.S. Akhyoev, D.V. Orlov, J.B. Rakhimov.</i> Diagnostics of the technical condition of electrical equipment according to the hierarchy analysis method                | 13 |
| <i>V.N. Tulsy, B.D. Inoyatov, Sh.D. Juraev, J.B. Rakhimov, S.T. Ismoilov.</i> Evaluation of influence non-symmetric load on the thermal operation mode cable line                      | 17 |
| <i>I.T. Abdulloev, J.H. Karimov, Z.V. Kobuliev, R.T. Abdullozoda.</i> Method for determining the state of a grounding device depending on indirect factors                             | 23 |
| <i>S.R. Chorshanbiev, G.V. Shvedov.</i> Analysis of the power generated, transmitted and consumed in the national electricity company OSHC «Barki tojik» of the Republic of Tajikistan | 27 |
| <i>S.Sh. Qurbonalizoda, A.A. Gulakhmadov, Z.V. Kobuliev.</i> Development at the flow part of hydroturbines PL40 the study of the pulsation characteristics                             | 35 |
| <i>F.M. Rakhimov, N.V.Silin, A.K. Kirgizov, I. Tolibzoda.</i> To the question of integration of wind turbins with a vertical axis in the urban medium                                  | 40 |

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

|   |    |
|---|----|
| <i>A.M. Haydarov, B.B. Eshov, I.N. Ganiev, A.G. Safarov.</i> The temperature dependence of the heat capacity and the change of the thermodynamic functions of lead alloy with bismuth | 46 |
| <i>N.Sh. Vazirov, I.N. Ganiyev, N.F. Ibrokhimov, H.Ya. Sharipova.</i> Temperature dependence of specific heat and change of thermodynamic Amg2 and Amg6 aluminum alloys of function   | 52 |
| <i>R.H. Saidzoda, I.N. Ganiyev, S.S. Gulov, S.T. Badurdinov.</i> Strontium – the modifier of an aluminum-germanium eutectic and AK7M2 alloy   | 55 |
| <i>S.S. Gulov, I.N. Ganiyev A.E. Berdiyev.</i> Influence of strong and germany on mechanical properties of AK7M2 alloy  | 59 |
| <i>S.E. Otajonov, I.N. Ganiev, M. Mahmudov, M.M. Sangov.</i> Effect of strontium on the kinetics of oxidation of AK1 alloys, in a solid state   | 64 |
| <i>T. D. Juraev, F. K. Rakhimov, E. R. Gazizova, I. Sh.Muslimov.</i> Calculation of double charts of a condition of alkaline-earth metals, europium and ytterbium with silicon        | 68 |

CHEMICAL TECHNOLOGY

|   |    |
|---|----|
| <i>A. Sharifov A., F.B. Sharipov, A.A. Akramov.</i> Regulation of structure expanded clay - concrete with organic additive for increase in its coefficient of constructive quality                  | 71 |
| <i>J.B.Asriev, SH.R.Samikhov.</i> Field Duoba ore cyanation process studying for extraction of gold and silver  | 75 |
| <i>M.A. Suleymanova, D.Kh. Khudoykulov, M.E. Saidov.</i> Hemical analysis of mixtures of soil and lime  | 77 |
| <i>R.H. Sayrakhmonov, L.S. Ismoilzoda, S.S. Umarov, H.K. Boboyev, F. Nurov.</i> Improving the sustainability of road asphalt concretes by use of a complex additive on the basis of hoipolloi resin | 80 |
| <i>S.S. Radaev, M.V. Kudomanov, V.A. Yumina, M.A. Ashurov.</i> To the question of the application of peat in the production of effective heat-insulating construction materials                     | 83 |
| <i>F.Kh. Nasrulloev, H.B. Boboev, M.M. Safarov, M.M. Anakulov.</i> Heat capacity of composite building materials of the concrete + fly ash system   | 85 |
| <i>Sh.R. Makhmadov, R.H. Sairahmonov.</i> Study of the properties of concrete based on mixed cement with organic-mineral additives  | 89 |

TRANSPORTATION

|  |     |
|--|-----|
| <i>A.A. Rajabov.</i> The place and role of transport in sustainable development of rural areas   | 92  |
| <i>A.A. Saibov, A.M. Umirzokov, M.A. Abdulloev.</i> Formalization of a boundary condition the fourth sort in DVS with air cooling  | 98  |
| <i>A.K. Sheraliev.</i> The state and prospects of transport security of the teppitorial migration connectivity of the Tajikistan-Russia speace                                   | 104 |
| <i>A.S. Fokhakov, R.K. Rajabov, A.A. Saidaliev.</i> Influence of main factors on the competitiveness of the potential of transport and technological systems of mountain regions | 107 |
| <i>A.N. Remesov, V.A. Egorov, J.Sh. Toshev, H.B. Huseynov.</i> To the question of management of the age structure of park of motor transport enterprises of Dushanbe city        | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>B.T. Kamolidinov.</b> Analysis of the condition of transport and logistics system of the republic of Tajikistan   | 122 |
| <b>A.S. Fokhakov.</b> Economic and mathematical models of formation of demand transport and technological service system of population of mountain regions in bus service services | 126 |
| <b>M.I. Ismoilov, F.M. Yunusov, P.D. Khojaev.</b> The formation and development of public transport in Qurghonteppa zone of Khatlon region   | 133 |
| <b>R.H. Rakhimova.</b> Passenger motor transport of the Republic of Tajikistan and ways of increasing its efficiency   | 138 |
| <b>F.N. Najmudinov.</b> Logistic principles of improving the organization of regional international road transport of goods  | 144 |

#### CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

|  |     |
|--|-----|
| <b>A. Akbarov.</b> Land scape of the mountain lakes and reservoirs in Tajikistan - basis of architectural formation of recreational complexes  | 147 |
| <b>A.Giyasov, Yu.G. Barotov.</b> Thermal condition of the person in development of cities with a hot climate condition   | 151 |
| <b>A. Ruziev.</b> Engineering calculation of load capacity bored piles in collapsible soils  | 157 |
| <b>Ahmad Jovid, R.M. Shokirov, N.N. Khasanov.</b> Composition of premises and principles for determining the parameters of volume-planning elements of social complexes  | 162 |
| <b>D.N. Nizomov, I.K. Kalandarbekov, I.I. Kalandarbekov.</b> Study of free vibrations of seismo-isolated buildings taking into account the turning and turn of inertial masses   | 165 |
| <b>D.N. Nizomov, L.Sh. Sharipov, I.S. Muminov.</b> Research of dynamic parameters of a building fragment model based on the construction of girderless frame   | 170 |
| <b>D.Sh. Ganisoda, S.R. Haitova.</b> The interplay of art and architectural synthesis of Tajikistan  | 175 |
| <b>I.K. Kalandarbekov, A.M. Sanginov, A.K. Rafiev.</b> Study of physical-mechanical properties of materials of old brick walls in the territory of the Republic of Tajikistan  | 180 |
| <b>L. Sharipov, I.S., Muminov, A.K. Rafiev, A.J. Rahmonov, I.Sh. Ashurov.</b> Girderless frame with the mixed reinforcement from monolithic reinforced concrete for seismic areas  | 183 |
| <b>M.I. Ismailov.</b> Natural and anthropogenic factors in forming landscape of cities of Tajikistan   | 188 |
| <b>M.S. Sitamov, Jovidi Jamshed, D.H. Saidov.</b> Structure formation of dispersed reinforced concrete on the basis of local raw materials of Republic of Tajikistan   | 193 |
| <b>N.N. Khasanov.</b> Formation of architectural-space environment of social complexes   | 196 |
| <b>O.K. Komilov, B.B. Shonazarov.</b> Engineering-geological assessment of stability of the slopes and slopes located in structural and unstable loessial breeds   | 200 |
| <b>R. Mukimov, S. Mamadjanova, S. Jurahonov.</b> The problems of architecture and monumental art development of Tajikistan at the period of independence   | 206 |
| <b>R.M. Shokirov, E.K. Zoirov, N.N. Khasanov.</b> Residential residential group of social complex rooms  | 210 |
| <b>S.A. Tagoev, S.K. Sharipov, A.H. Zoirov.</b> Calculation of thermal load of educational and residential buildings of Tajik technical university named after academician M.S. Osimi taking into account average monthly temperatures of Dushanbe | 213 |
| <b>F.Z. Mirzoeva.</b> Formations of the town-planning environment of the city of Dushanbe: tradition and present   | 218 |



## АЛГОРИТМ ВЫБОРА КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*А.К. Киргизов<sup>1</sup>, Ш.М. Султонов<sup>1</sup>, С.Е.Кокин<sup>2</sup>, М.Х. Сафаралиев<sup>2</sup>*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими<sup>1</sup>*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина<sup>2</sup>*

*Эффективное использование электроэнергии может быть способом, позволяющим добиться значительной экономии при производстве и передаче электроэнергии. Одним из наиболее важных является улучшение качества электроэнергии с помощью коррекции реактивной мощности до оптимальных значений. Настоящая статья призвана представить реализацию решения для компенсации реактивной мощности в распределительных сетях потребителей с использованием современных технологий, основанных на сборе данных в реальном времени. В статье описывается методика использования нечеткой логики и биоэвристических алгоритмов для определения эффективности предлагаемого решения.*

**Ключевые слова:** *светлячки, матрица, логика, эксперты, реактивная мощность, напряжение.*

Решение вопросов оценки безопасности, восстановления системы, планирования и управления режимами работы электроэнергетической системы на основе нечеткой логики на сегодняшний день является одним из широко применяемых математических аппаратов. Существуют также эвристические методы расчета, основанные на поведении разных живых организмов, которые решают те или иные задачи оптимизации параметров режима и снижения потерь электроэнергии.

Традиционные математические системы основываются на знаниях, которые содержат набор правил, задающих соответствующие действия для заданных режимов системы [1.2.3]. Если информация нечеткая, то обычные экспертные системы не могут хорошо оперировать с этими данными. Использование нечеткой экспертной системы позволяет улучшить упомянутые выше недостатки традиционных систем, основанных на знаниях и точных данных.

Для определения места повреждения, реконфигурации сети и прогнозирования нагрузки успешно применялись функции принадлежности. Для регулирования реактивной мощности, контроля напряжения в сети и точного определения места установки компенсирующих устройств можно использовать нечеткое рассуждение.

Для более точного определения места размещения компенсирующих устройств, нужно построить функции принадлежности для классификации уровня напряжения в узлах и потери мощности в ветвях на основе нечетких моделей. Опытный инженер-проектировщик может выбрать место установки конденсаторных батарей после определения потери активной мощности и снижения напряжения в электрической сети. Установка компенсирующих устройств (КУ) в этих узлах позволяет повысить уровень напряжения в сети. Узлы с высокими потерями и низким напряжением системы электроснабжения, интуитивно понятно, идеально подходят для размещения компенсирующих устройств; в то время как узлы с низкими потерями и с высоким напряжением не являются рекомендуемым местом для установки компенсирующих устройств. Лингвистические термины высокие, средние и низкие потери мощности или напряжения не могут быть использованы для написания правил в их обычном, четком понимании. Исходя из этого, можно создать нечеткую модель нечетких отношений для того, чтобы определить подходящие места установки компенсирующих устройств в системе электроснабжения или распределительной электрической сети [4.5.6].

Если посылка – причина, то вывод – следствие. Для определения приоритетности узла для установки КУ необходимо определить набор множественных антецедентных нечетких правил. Уровни напряжения, коэффициент мощности и потери мощности являются входами в правила, а выходом, как следствие, является пригодность узла для установки КУ. Нечеткие лингвистические переменные напряжения в узлах описываются функциями принадлежности такого вида: низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий.

С помощью программы Rastr Win произвели расчет режимов работы распределительной электрической сети, где определили потери напряжения и потери мощности в ветвях данной системы.

В качестве расчетной схемы была принята локальная электрическая схема компании «Памир Энерджи», которая состоит из

46 узлов и при расчете нормального режима разделена на следующие классы: узлы с низкими напряжениями, ниже нормального, нормальными, нормально высокими и высокими.

Количество узлов, соответствующих лингвистической переменной «нормальное» напряжение, составляет 5. При этом нет узлов, относящихся к классу «выше нормального» и напряжением «высокое». Для решения приняты следующие диапазоны функции принадлежности для напряжения:

- $34,5 \leq X \leq 35,5$  кВ, «Нормальное»;
- $32,5 \leq X \leq 34,5$  кВ, «Ниже нормального»;
- $28 \leq X \leq 32,5$  кВ. «Низкое».

Функции принадлежности на рисунке 1 показывают снижение напряжения, и аналогичным образом показана нечеткая классификация индекса потери активной мощности в сети, которые разделены на классы с помощью лингвистических переменных потери мощности: **низкие, ниже среднего, средние, выше среднего и высокие** на рисунке 2.

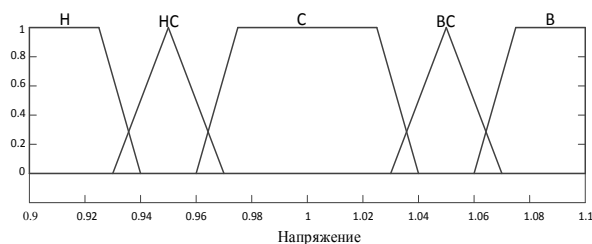


Рис. 1. Функция принадлежности для напряжения в узле

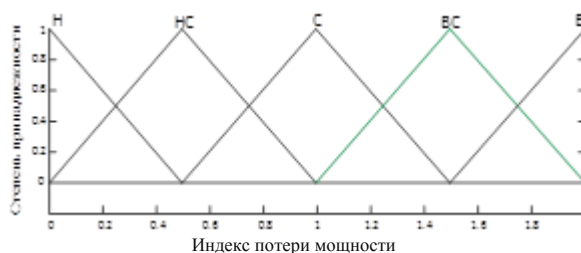


Рис. 2. Функция принадлежности индекса потери мощности в ветвях.

Для определения приоритетности места установки КУ использована лингвистическая матрица нечетких отношений между этими двумя нечеткими переменными напряжениями и потерями мощности, представленная в таблице 1.

Таблица 1.

Лингвистическая матрица целесообразности местоположения КУ

| P<br>U          |               | Напряжение    |                  |               |                  |               |
|-----------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
|                 |               | низкое        | Ниже нормального | нормальное    | Выше нормального | высокое       |
| Потери мощности | низкие        | ниже среднего | ниже среднего    | низкая        | низкая           | низкая        |
|                 | ниже среднего | средняя       | ниже среднего    | ниже среднего | низкая           | низкая        |
|                 | средние       | выше среднего | средняя          | ниже среднего | низкая           | низкая        |
|                 | выше среднего | выше среднего | выше среднего    | средняя       | ниже среднего    | низкая        |
|                 | высокие       | высокая       | выше среднего    | средняя       | ниже среднего    | ниже среднего |

Основные кандидаты на установку компенсирующих устройств всех 13 узлов, выявленных после расчета режима с помощью программы Rastr Win и лингвистической матрицы нечетких отношений. Приоритетность узлов для установки КУ определяется тем, что они относятся к классу: низких напряжений, ниже нормального, а потери – высокие и выше среднего.

Для определения мощности и места компенсирующих устройств, необходимых для установки в узлах, использовался биоэвристический алгоритм на основе метода светлячков, позволяющий решать многокритериальные задачи оптимизации.

Постановка математической оптимизационной задачи заключается в минимизации потерь активной мощности, минимизации расходов на установку КУ и поддержании значения tg(φ) не выше 0.35.

$$0.1 \leq \text{tg}(\varphi) \leq 0.35$$

Линейная свертка является простейшим путем сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Общие затраты на установку КУ и стоимость потери активной мощности можно соединить в один критерий финансовых потерь, если учесть стоимость единицы потерь мощности (1 кВт) и единицы мощности КУ (1 кВар). Стоимость потерь мощности  $c_p$  определяется тарифом,

по которому снабжаются потребители. Значение  $\text{tg}(\varphi)$  из критериев доли реактивной мощности было переведено в ограничения, кроме того,  $\text{tg}(\varphi)$  был ограничен на критерии понижения, поскольку слишком низкое значение может привести к неустойчивости режимов работы самой системы.

Задачи однокритериальной оптимизации могут быть математически сформулированы следующим образом:

$$W(Q) = K(Q) + I_{\Delta P}(Q) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n\} \quad (2)$$

$$I_{\Delta P} = c_p \tau \Delta P$$

$$K(Q) = c_{cu} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (3)$$

при ограничениях  $Q_i$

$$Q_{\min i} < Q_i < Q_{\max i},$$

где,

$K(Q)$  – капитальные затраты на установку КУ;

$I_{\Delta P}$  – стоимость потерь активной мощности;

$Q$  – вектор мощностей КУ;

$Q_i$  – мощность КУ в  $i$ -м узле (если  $Q_{\max i} = 0$ , то в  $i$ -м узле не требуется установка КУ);

$n$  – количество узлов, в которых нужно установить КУ;

$Q_{\max i}$  – максимальная установленная мощность КУ в  $i$ -м узле.

$\Delta P$  – суммарные потери активной мощности в сети;

$\tau$  – число часов максимальных потерь;

$i$  – текущий индекс источника реактивной мощности;

В результате решения оптимизационной задачи определены оптимальные мощности КУ в выбранных приоритетных узлах, которые сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Мощность КУ в приоритетных узлах

| Номер узла | Мощность КУ, МВар | Номер узла | Мощность КУ, МВар |
|------------|-------------------|------------|-------------------|
| 12         | 1,511             | 12         | 1,500             |
| 13         | 0,517             | 13         | 0,500             |
| 14         | 0,01              | 14         | 0                 |
| 15         | 0,03              | 15         | 0                 |
| 16         | 0,08              | 16         | 0,100             |
| 17         | 1,014             | 17         | 1,000             |
| 20         | 0                 | 20         | 0                 |
| 24         | 0,03              | 24         | 0                 |
| 25         | 0,592             | 25         | 0,600             |
| 28         | 0,02              | 28         | 0                 |
| 30         | 0                 | 30         | 0                 |
| 33         | 0                 | 33         | 0                 |
| 41         | 0,01              | 41         | 0                 |
| 46         | 0,01              | 46         | 0                 |

Так как КУ имеют дискретность регулируемых параметров и дискретность мощности производимого электрооборудования, то в статье некоторые значения таблицы 2 округлены до дискретного значения [7.8].

### Литература:

1. Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере Республики Таджикистан)/Киргизов А.К. автореферат дис. кан. тех. наук/Нац. исслед. том. политехн. ун-т. Томск, 2017.

2. Зайцев А. А. Обзор эволюционных методов оптимизации на основе роевого интеллекта/А.А. Зайцев, В.В. Курейчик, А.А. Полупанов // Известия Южного федерального университета. – 2010. – №12. – т. 113.

3. Passino K.M. Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control/K.M. Passino//IEEE Control Systems Magazine, – 2002. – № 22. – pp. 52-67.

4. D.T. Pham, A. Ghanbarzadeh, E. Кос, S. Otri, S. Rahim, M. Zaidi, The Bees Algorithm — A Novel Tool for Complex Optimisation Problems, Proceedings of IPROMS 2006 Conference, – 2006. pp. 454–461.

5. Ахъёев Д.С. Нечеткие модели распределенной генерации возобновляемых источников энергии Республики Таджикистан/Д.С. Ахъёев, А.К. Киргизов, Э.Г. Ядагаев // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2016. №3 (64). С. 117-130.

6. Yuldashev Z. Renewables as factor of a sustainable development of rural territories of the republic of Tajikistan / Z. Yuldashev, R. Yuldashev, L Kasobov, A. Kirgizov// Вестник Таджикского технического университета. 2014. №2. С. 59.

7. Keller E. Organisms, machines, and thunderstorms: a history of self-organization, part two / E. Keller. // Complexity, emergence, and stable attractors, Historical Studies in the Natural Sciences. – № 39(1). – pp. 1-31.

8. Матренин П.В. Оптимизация распределения источников реактивной мощности в системах электроснабжения с помощью алгоритмов роевого интеллекта/П.В. Матренин, В.З. Манусов, Е.С. Третьякова//Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации. – 2016. – № 2. – С. 24-29.

**АЛГОРИТМИ ИНТИХОБИ  
ДАСТГОҶҶОИ ҚУБРОНКУНАНДА БО  
УСУЛИ МАНТИҚИ НОМУАЙЯН**

*А.Қ. Қирғизов, Ш.М. Султонов,  
С.Е. Кокин, М.Х. Сафаралиев*

Истифодаи самараноки электроэнергия метавонад асоси кам кардани хароҷот барои истеҳсол ва тақсими он шавад. Яке аз нишонаҳои асосии электроэнергия пастшавии сифати он мебошад, ки онро метавон бо танзими тавоноии ғайрифаъл то нишондоди оптималӣ баландтар гардонид. Дар мақола оид ба танзими тавоноии ғайрифаъл дар шабакаҳои тақсимкунанда ва истеъмолкунандагон бо истифодаи технологияи муосири техники маълумот оварда шудааст. Инчунин дар мақола усули мантиқи номуайян барои аниққунии ҷойи насби компенсаторҳо истифода карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** шабчароғ, матритсаҳо, мантиқӣ, экспертҳо, тавоноии реактивӣ, электроэнергия.

**ALGORITHM FOR SELECTING  
COMPENSATING DEVICES BASED ON  
FUZZY LOGIC**

*A.K. Kirgizov, Sh.M. Sultonov, S.E. Kokin,  
M.Kh. Safaraliev*

Efficient use of electricity can be a way to achieve significant savings in the production

and transmission of electricity. One of the most important is to improve the quality of electricity through the correction of reactive power to the optimal values. This article is intended to present the implementation of solutions for reactive power compensation in consumer distribution networks using modern technologies based on real-time data collection. The article describes the method of using fuzzy logic and bio-heuristic algorithms to determine the effectiveness of the proposed solution.

**Key words:** fireflies, matrix, logic, experts, reactive power, voltage.

**Сведения об авторах:**

Киргизов А.К. – к.т.н. ст. преп. каф. «Электрические станции» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. E-mail: alifbek@mail.ru

Султонов Ш.М. – к.т.н. и.о. доцента, и.о. заф. кафедрой «Электрические станции» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: sultonovsh@mail.ru

Кокин С.Е. – д.т.н. профессор, проректор по науке и инновации УралЭНИН, УрФУ.

Сафаралиев М.Х. – аспирант УралЭНИН, УрФУ.

**ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО  
МЕТОДУ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ**

*В.З. Манусов<sup>1</sup>, Дж.С. Ахъёев<sup>2</sup>, Д.В. Орлов<sup>1</sup>, Дж.Б. Рахимов<sup>2</sup>*

*Новосибирский государственный технический университет<sup>1</sup>*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими<sup>2</sup>*

*Представлен новый способ диагностики технического состояния электрооборудования с помощью метода анализа иерархий и нечеткой логики. Показано, что путем попарных сравнений оценок экспертов можно составить правдоподобное предсказание о неисправностях и причинах отказов электрооборудования, минимизировать время на принятие решения и ликвидацию причины дефекта.*

**Ключевые слова:** техническая диагностика, текущее состояние оборудования, метод анализа иерархий, сверхпроводящие трансформаторы, экспертные оценки.

Диагностика неисправностей трансформаторного оборудования является много-ступенчатой задачей с разветвленной структурой. Каждая ступень задачи имеет свой ранг, тем самым, формируя систему зависи-

мости более высоких уровней от более низких.

Метод Анализа Иерархий (МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Таким образом, эксперт принимает решение, основываясь на собственных знаниях и накопленном опыте. Этот метод разработан американским ученым Томасом Л. Саати в 1970 году, с тех пор он активно развивается и используется на практике в различных отраслях и сферах деятельности.

В качестве параметров, которые можно выделить как факторы для обобщенного анализа состояния трансформаторов с высокотемпературной сверхпроводящей обмоткой (ВТСП-трансформаторов), выделим наиболее распространенные:

*P1* – выгорание витковой изоляции обмотки; *P2* – деформация в обмотках; *P3* – увлажнение и загрязнение изоляции обмоток; *P4* – износ изоляции обмоток; *P5* – пробой в обмотках; *P6* – обрыв в обмотках; *P7* – срабатывание газовой защиты.

Основными предпосылками развития дефектов трансформаторов могут быть:

*G1* – длительное неотключение сквозного тока КЗ на стороне НН трансформатора; *G2* – недостаточная электродинамическая стойкость обмоток к токам КЗ; *G3* – нарушение герметичности трансформатора; *G4* – снижение механической прочности изоляции; *G5* – перенапряжение; *G6* – механическое повреждение; *G7* – низкий уровень жидкого азота.

Используя метод анализа иерархий [1], составлено 7 таблиц попарных сравнений возможных признаков повреждений по числу возможных причин [2-3].

Для каждой таблицы рассчитаны вектор-столбцы приоритетов (ВСП) и собственных значений матриц  $\lambda$ . Отклонение от согласованности может быть вычислено следующим образом:

$$(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$$

Эта величина называется индексом согласованности (ИС). Далее по методу анализа иерархий Саати необходимо перейти к отношению согласованности (ОС).

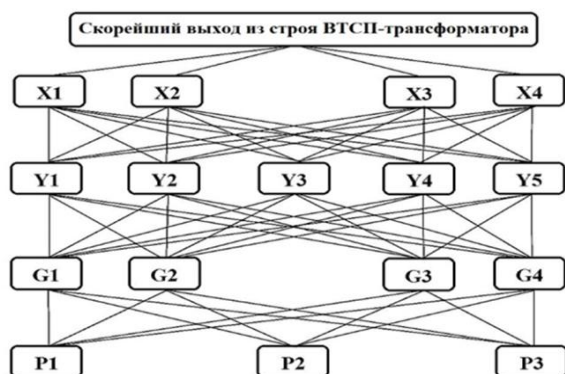


Рис. 1. Иерархия ступеней принятия решения о дальнейших действиях с оборудованием.

В таблицах 1-7 приведены результаты расчетов для первой ступени иерархии.

Таблица 1.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по первому признаку *G1*.

|    | P1  | P2  | P3 | P4  | P5  | P6  | P7  | ВСП   |
|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| P1 | 1   | 2   | 9  | 1   | 3   | 7   | 5   | 0,290 |
| P2 | 1/2 | 1   | 5  | 1   | 2   | 4   | 3   | 0,171 |
| P3 | 1/9 | 1/5 | 1  | 1/9 | 1/3 | 1/2 | 1/3 | 0,027 |
| P4 | 1   | 1   | 9  | 1   | 3   | 7   | 5   | 0,280 |
| P5 | 1/3 | 1/2 | 3  | 1/3 | 1   | 3   | 2   | 0,105 |
| P6 | 1/7 | 1/4 | 2  | 1/7 | 1/3 | 1   | 1/3 | 0,043 |
| P7 | 1/5 | 1/3 | 3  | 1/5 | 1/2 | 3   | 1   | 0,085 |

Таблица 2.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по второму признаку *G2*.

|    | P1  | P2  | P3 | P4  | P5  | P6  | P7 | ВСП   |
|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-------|
| P1 | 1   | 5   | 7  | 5   | 1   | 1/3 | 7  | 0,229 |
| P2 | 1/5 | 1   | 3  | 1   | 1/5 | 1/7 | 3  | 0,074 |
| P3 | 1/7 | 1/3 | 1  | 1/3 | 1/7 | 1/9 | 1  | 0,027 |
| P4 | 1/5 | 1   | 3  | 1   | 1/5 | 1/7 | 3  | 0,074 |
| P5 | 1   | 5   | 7  | 5   | 1   | 1/3 | 7  | 0,229 |
| P6 | 3   | 7   | 9  | 7   | 3   | 1   | 9  | 0,339 |
| P7 | 1/7 | 1/3 | 1  | 1/3 | 1/7 | 1/9 | 1  | 0,027 |

Таблица 3.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по третьему признаку *G3*.

|    | P1  | P2  | P3  | P4  | P5 | P6  | P7  | ВСП   |
|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-------|
| P1 | 1   | 1   | 1/9 | 1/3 | 5  | 1   | 1/3 | 0,080 |
| P2 | 1   | 1   | 1/9 | 1/3 | 5  | 1   | 1/3 | 0,080 |
| P3 | 9   | 9   | 1   | 3   | 9  | 9   | 3   | 0,391 |
| P4 | 3   | 3   | 1/3 | 1   | 7  | 3   | 1   | 0,167 |
| P5 | 1/5 | 1/5 | 1/9 | 1/7 | 1  | 1/5 | 1/9 | 0,018 |
| P6 | 1   | 1   | 1/9 | 1/3 | 5  | 1   | 1/3 | 0,080 |
| P7 | 3   | 3   | 1/3 | 1   | 9  | 3   | 1   | 0,185 |

Таблица 4.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по четвертому признаку *G4*.

|    | P1  | P2 | P3 | P4  | P5  | P6 | P7  | ВСП   |
|----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-------|
| P1 | 1   | 3  | 5  | 1/9 | 1/3 | 7  | 1/3 | 0,140 |
| P2 | 1/3 | 1  | 1  | 1/9 | 1/9 | 1  | 1/9 | 0,031 |
| P3 | 1/5 | 1  | 1  | 1/9 | 1/5 | 1  | 1/5 | 0,031 |
| P4 | 9   | 9  | 9  | 1   | 3   | 9  | 3   | 0,360 |
| P5 | 3   | 9  | 5  | 1/3 | 1   | 5  | 1   | 0,204 |
| P6 | 1/7 | 1  | 1  | 1/9 | 1/5 | 1  | 1/5 | 0,031 |
| P7 | 3   | 9  | 5  | 1/3 | 1   | 5  | 1   | 0,204 |

Таблица 5.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по пятому признаку *G5*.

|    | P1  | P2 | P3 | P4  | P5  | P6  | P7  | ВСП   |
|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| P1 | 1   | 3  | 7  | 1/3 | 1/9 | 5   | 3   | 0,164 |
| P2 | 1/3 | 1  | 1  | 1/9 | 1/9 | 1   | 1   | 0,038 |
| P3 | 1/7 | 1  | 1  | 1/5 | 1/9 | 1/2 | 1/2 | 0,029 |
| P4 | 3   | 9  | 5  | 1   | 1/3 | 9   | 9   | 0,307 |
| P5 | 9   | 9  | 9  | 3   | 1   | 7   | 5   | 0,363 |
| P6 | 1/5 | 1  | 2  | 1/9 | 1/7 | 1   | 1/2 | 0,042 |
| P7 | 1/3 | 1  | 2  | 1/9 | 1/5 | 2   | 1   | 0,056 |

Таблица 6.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по шестому признаку G6.

|    |    |     |     |    |     |     |     |       |
|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------|
|    | P1 | P2  | P3  | P4 | P5  | P6  | P7  | BCП   |
| P1 | 1  | 1/7 | 1/5 | 1  | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 0,039 |
| P2 | 7  | 1   | 1/3 | 7  | 1   | 1/3 | 1   | 0,217 |
| P3 | 5  | 3   | 1   | 5  | 1   | 1   | 1   | 0,209 |
| P4 | 1  | 1/7 | 1/5 | 1  | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 0,039 |
| P5 | 3  | 1   | 1   | 3  | 1   | 1/3 | 1   | 0,127 |
| P6 | 5  | 3   | 1   | 5  | 3   | 1   | 1   | 0,233 |
| P7 | 3  | 1   | 1   | 3  | 1   | 1   | 1   | 0,135 |

Таблица 7.

Матрица попарных сравнений возможных повреждений по seventhому признаку G7.

|    |     |    |     |     |     |    |     |       |
|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-------|
|    | P1  | P2 | P3  | P4  | P5  | P6 | P7  | BCП   |
| P1 | 1   | 5  | 3   | 1   | 1/3 | 5  | 1/9 | 0.131 |
| P2 | 1/5 | 1  | 1/2 | 1/5 | 1/5 | 1  | 1/9 | 0.027 |
| P3 | 1/3 | 2  | 1   | 1/3 | 1/9 | 1  | 1/5 | 0.042 |
| P4 | 1   | 5  | 3   | 1   | 1/3 | 5  | 1/9 | 0.131 |
| P5 | 3   | 5  | 9   | 3   | 1   | 9  | 1/3 | 0.257 |
| P6 | 1/5 | 1  | 1   | 1/5 | 1/9 | 1  | 1/9 | 0.031 |
| P7 | 9   | 9  | 5   | 9   | 3   | 9  | 1   | 0.381 |

### Следующий уровень иерархии

Таблица 8.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений причин возможных повреждений для учащенного контроля за трансформатором.

|    |     |     |    |     |     |    |    |       |
|----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|-------|
|    | G1  | G2  | G3 | G4  | G5  | G6 | G7 | BCП   |
| G1 | 1   | 1/3 | 3  | 1   | 1/7 | 3  | 3  | 0.101 |
| G2 | 3   | 1   | 9  | 3   | 1/3 | 9  | 9  | 0.301 |
| G3 | 1/3 | 1/9 | 1  | 1/3 | 1/9 | 1  | 1  | 0.034 |
| G4 | 1   | 1/3 | 3  | 1   | 1/7 | 3  | 3  | 0.101 |
| G5 | 7   | 3   | 9  | 7   | 1   | 9  | 9  | 0.395 |
| G6 | 1/3 | 1/9 | 1  | 1/3 | 1/9 | 1  | 1  | 0.034 |
| G7 | 1/3 | 1/9 | 1  | 1/3 | 1/9 | 1  | 1  | 0.034 |

Таблица 9.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений причин возможных повреждений для вывода трансформатора на текущий ремонт.

|    |    |    |     |    |    |     |     |       |
|----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-------|
|    | G1 | G2 | G3  | G4 | G5 | G6  | G7  | BCП   |
| G1 | 1  | 1  | 1/7 | 1  | 1  | 1/5 | 1/3 | 0.052 |
| G2 | 1  | 1  | 1/7 | 1  | 1  | 1/5 | 1/3 | 0.052 |
| G3 | 7  | 7  | 1   | 7  | 7  | 1   | 3   | 0.369 |
| G4 | 1  | 1  | 1/7 | 1  | 1  | 1/5 | 1/3 | 0.052 |
| G5 | 1  | 1  | 1/7 | 1  | 1  | 1/5 | 1/3 | 0.052 |
| G6 | 5  | 5  | 1   | 5  | 5  | 1   | 2   | 0.268 |
| G7 | 3  | 3  | 1/3 | 3  | 3  | 1/2 | 1   | 0.154 |

Таблица 10.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений причин возможных повреждений для вывода трансформатора на капитальный ремонт.

|    |     |     |    |     |     |     |     |       |
|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
|    | G1  | G2  | G3 | G4  | G5  | G6  | G7  | BCП   |
| G1 | 1   | 3   | 7  | 1/3 | 5   | 1/3 | 1   | 0.150 |
| G2 | 1/3 | 1   | 3  | 1/9 | 2   | 1/9 | 1/3 | 0.059 |
| G3 | 1/7 | 1/3 | 1  | 1/9 | 1/5 | 1/9 | 1/7 | 0.017 |
| G4 | 3   | 9   | 9  | 1   | 7   | 1   | 3   | 0.281 |
| G5 | 1/5 | 1/2 | 5  | 1/7 | 1   | 1/7 | 1/5 | 0.061 |
| G6 | 3   | 9   | 9  | 1   | 7   | 1   | 3   | 0.281 |
| G7 | 1   | 3   | 7  | 1/3 | 5   | 1/3 | 1   | 0.150 |

Таблица 11.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений причин возможных повреждений для замены трансформатора.

|    |     |     |    |     |     |     |     |       |
|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
|    | G1  | G2  | G3 | G4  | G5  | G6  | G7  | BCП   |
| G1 | 1   | 3   | 7  | 1/3 | 5   | 1/3 | 1   | 0.150 |
| G2 | 1/3 | 1   | 3  | 1/9 | 2   | 1/9 | 1/3 | 0.059 |
| G3 | 1/7 | 1/3 | 1  | 1/9 | 1/5 | 1/9 | 1/7 | 0.017 |
| G4 | 3   | 9   | 9  | 1   | 7   | 1   | 3   | 0.281 |
| G5 | 1/5 | 1/2 | 5  | 1/7 | 1   | 1/7 | 1/5 | 0.061 |
| G6 | 3   | 9   | 9  | 1   | 7   | 1   | 3   | 0.281 |
| G7 | 1   | 3   | 7  | 1/3 | 5   | 1/3 | 1   | 0.150 |

### Следующий уровень иерархии

Следующей ступенью иерархии являются возможные виды ремонтов трансформаторов после обнаружения признаков и причин их неисправностей [4-5]. Целевой функцией является максимально высокая надежность работы оборудования после проведенного ремонта при минимальных капиталовложениях. Приняты следующие сокращения: Н – Наблюдение, ТР – Текущий ремонт, КР – Капитальный ремонт, З – Замена.

Таблица 12.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений возможных действий после возникновения аварийной ситуации в трансформаторе относительно затрат.

|    |     |     |     |   |       |                 |       |
|----|-----|-----|-----|---|-------|-----------------|-------|
|    | Н   | ТР  | КР  | З | BCП   | $\lambda_{max}$ | 4.050 |
| Н  | 1   | 3   | 7   | 9 | 0.578 | ИС              | 0.017 |
| ТР | 1/3 | 1   | 3   | 5 | 0.270 | ОС              | 0.019 |
| КР | 1/7 | 1/3 | 1   | 2 | 0.100 |                 |       |
| З  | 1/9 | 1/5 | 1/2 | 1 | 0.052 |                 |       |

Наименее затратным является наблюдение с приоритетностью 0.578.

Отношение согласованности  $OC=0.019$ ,  $\lambda_{max}=4.050$ .

Таблица 13.

Матрица и результаты расчетов попарных сравнений возможных действий после возникновения аварийной ситуации в трансформаторе относительно надежности.

|    |   |     |     |     |       |                  |       |
|----|---|-----|-----|-----|-------|------------------|-------|
|    | Н | ТР  | КР  | З   | ВСП   | $\lambda_{\max}$ | 4.060 |
| Н  | 1 | 1/3 | 1/7 | 1/9 | 0.046 | ИС               | 0.020 |
| ТР | 3 | 1   | 1/3 | 1/5 | 0.131 | ОС               | 0.022 |
| КР | 7 | 3   | 1   | 1/2 | 0.332 |                  |       |
| З  | 9 | 5   | 2   | 1   | 0.491 |                  |       |

Наиболее надежным является замена оборудования с приоритетностью 0.491.

Отношение согласованности ОС=0.022,  $\lambda_{\max}$ =4.060.

### Заключение

Проведенные исследования показывают, что при некоторых признаках неисправностей, а также нечеткой лингвистической оценке этих признаков экспертами можно сделать достаточно правдоподобные заключения о причинах тех или иных неисправностей.

Предложенный метод свидетельствует о возможности итогового принятия решений на новом уровне иерархии для трех возможных исходов [6-7]:

- исправное работоспособное состояние;
- неисправное работоспособное состояние;
- предельное состояние.

### Литература:

1. Thomas L. Saaty. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. – 2008. - № 102. – p. 251-318.

2. В.З. Манусов, Д.С. Ахъёев, Д.В. Орлов, Анализ технического состояния электрооборудования систем электроснабжения на основе нечетких признаков // Электротехника, электромеханика и электро-технологии. Сборник научных трудов НГТУ. – г. Новосибирск. – 2017. – №3 (89). Изд-во НГТУ, 2017. С.109–123.

3. Системы мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Общие технические требования: СТО 56947007-29.200.10.XXX-2008.-URL: [http://cius-ees.ru/upl./doc\\_files/67/sys\\_mon.pdf](http://cius-ees.ru/upl./doc_files/67/sys_mon.pdf)

4. Повышение выработки электроэнергии в Таджикистане на основе оптимизации режимов ГЭС. / Ю.А. Секретарев, Ш.М. Султонов, В.Г. Шальнев//Электро. Электро-

техника, электроэнергетика, электротехническая промышленность.-2015-№5.-С. 14-17.

5. Обеспечение качества электрической энергии в энергосистемах, содержащих нелинейную нагрузку / Ш.М. Султонов, Ш.Дж. Джураев, // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (41) – 2018 – С.20-33.

6. Д.А. Новиков, А.И. Орлов, Экспертные оценки – инструменты аналитика // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – Т. 79, №4. – С.3-4.

7. С.А. Хрусталева, А.И. Орлов, В.Д. Шаров, Математические методы оценки эффективности управленческих решений //Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – Т. 79, № 11. – С. 67–72.

### ТАШХИСИ ҲОЛАТИ ТЕХНИКИИ ТАҶҲИЗОТИ БАҶҶИ ТИБҚИ ИЕРАРХИИ ТАҶЛИЛИ ИЕРАРХИИ

*В.З. Манусов, Ҷ.С. Ахъёев, Д.В. Орлов, Ҷ.Б. Раҳимов*

Роҳи нави таҳхиси ҳолати техникии таҷҳизоти электрикӣ бо ёрии усули таҳлили иерархӣ ва мантиқи мушаххас пешниҳод шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо роҳи муқоисаи ҷуфтии баҳодихии мутахассисон пешгӯии ростмонанд дар бораи корношоямӣ ва сабабҳои нобарории таҷҳизоти электрикӣ, кам кардани вақт барои қабули қарор ва бартараф намудани сабаби камбудии мумкин аст.

**Калимаҳои калидӣ:** таҳхиси техникии, ҳолати ҷорӣ таҷҳизот, усули таҳлили иерархӣ, трансформаторҳои фароғузаронанда, баҳодихии экспертҳо.

### DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF ELECTRICAL EQUIPMENT ACCORDING TO THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD

*V.Z. Manusov, J.S. Akhyoev, D.V. Orlov, J.B. Rakhimov*

A new method for diagnosing the technical condition of electrical equipment using the hierarchy analysis method and fuzzy logic is presented. It is shown that by pairwise comparisons of expert assessments, it is possible to make a plausible prediction of faults and causes of electrical equipment failures, minimize time to make a decision and liquidate the cause of the defect.

**Key words:** technical diagnostics, current technical state of power equipment, analytic hierarchy process, superconducting transformers, expert assessment.

**Сведения об авторах:**

Манусов В.З. – д.т.н., профессор кафедры «Системы электроснабжения предприятий» Новосибирский государственный технический университет.

Ахьёев Дж.С. – ассистент кафедры «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С. Осими.

Орлов Д.В. – аспирант кафедры «Системы электроснабжения предприятий» Новосибирский государственный технический университет.

Рахимов Дж.Б. – ассистент кафедры «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С. Осими.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ**

*В.Н. Тульский<sup>1</sup>, Б.Д. Иноятов<sup>1</sup>, Ш.Д. Джураев<sup>2</sup>, Д.Б. Рахимов<sup>2</sup>, С.Т. Исмоилов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, улица Красноказарменная 14

<sup>2</sup>ТТУ им. ак. М.С Осими, 734042, г. Душанбе, ул. ак. Раджабовых 10

*В статье показаны результаты инструментального контроля качества электроэнергии в городских электрических сетях. Проанализированы результаты инструментального контроля по нормируемым показателям качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 32144 – 2013. Рассмотрены причины превышения показателя качества электроэнергии – коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности от нормативных значений и последствия от его наличия в городских электрических сетях. Приведены методы и устройства для обеспечения качества электроэнергии в соответствии с нормативно-технической документацией. Получены результаты моделирования несимметричных режимов работы электрической сети при установке симметрирующего устройства в программном комплексе Matlab/Simulink. Рассмотрены тепловые процессы в кабельной линии при питании несимметричной нагрузки до и после установки симметрирующего устройства.*

**Ключевые слова:** оценка, показатели качества электроэнергии, несимметричная нагрузка, режим работы, кабельная линия.

**Введение.** В настоящее время актуален вопрос обеспечения качества электроэнергии (КЭ) в системах электроснабжения (СЭС) городов. В первую очередь, это вызвано ростом потребляемой мощности городских электрических сетей [1]. Основную долю офисных, коммерческих и бытовых потребителей составляют традиционные электроприемники (ЭП). Но в последние годы увеличивается количество новых бытовых ЭП, офисной и компьютерной техники, энергосберегающих систем освещения и т.д. [1]. Особенность

таких нагрузок заключается в том, что они, как правило, однофазные и имеют небольшую мощность. Не смотря на их единичную малую мощность, массовое неравномерное подключение вызовет несимметричные режимы в сети. В этом случае образуются токи нулевой последовательности, которые распределяясь по сети, складываются в нулевом проводнике. Поэтому в некоторых моментах токи в нулевых проводниках существенно превышают токи фазных проводников. Однако в соответствии с правилами устройства электроустановок защита от токовых перегрузок в нулевых проводниках не предусмотрена [2]. Превышение нормативных значений согласно [3] отрицательно влияет на условия функционирования электрооборудования и со временем приводит к сокращению его срока службы [2].

Основным способом решения данной задачи являются местные организационные мероприятия, в частности равномерное распределение нагрузки по фазам. Однако это практически неосуществимо, так как формы графика нагрузки потребителей и потребляемая мощность хаотичны в течение суток. В ряде случаев предлагается замена трансформаторов со схемой соединения обмоток  $Y/Y_N$  на трансформаторы со схемами обмоток  $\Delta/Y_N$  или  $Y/Z$ . Но основным недостатком является трудоемкость их изготовления, что отрицательно сказывается на их стоимости [4]. В работе [5] была рассмотрена оценка экономической эффективности возможности увеличения сечения нулевого провода или выбор симметрирующих устройств (СУ). Исследования показали, что применение СУ эффективно как технически, так и



экономически [7]. Универсальным техническим средством, обеспечивающим надлежащее КЭ в трехфазных четырехпроводных сетях является симметрирующее устройство (СУ) [2].

**Анализ инструментального контроля КЭ.** Для выявления причин ухудшения КЭ и принятия мер по его обеспечению проводится инструментальный контроль в соответствии с ГОСТ 32144-2013 [3]. При несоблюдении норм и правил [3], эксплуатируя сеть на предельном уровне, возникнут неблагоприятные условия для потребителя и электросетевой компании. В связи с этим при поддержке исследовательской лаборатории по КЭ НИУ «МЭИ» в Душанбинских городских электрических сетях был проведен инструментальный контроль в 21 ТП-10/0,4 (68 точек) с помощью измерительного комплекса «Ресурс-UF2M». Инструментальный контроль КЭ проводился в ТП, питающие жилые и административные здания. Точки контроля, где фиксировались параметры сети, были расположены на выводах 0,4 кВ силового трансформатора и на отходящих фидерах. Результаты проведенного инструментального контроля представлены на рисунке 1 в виде диаграммы [6,7]. По горизонтальной оси отложены контролируемые показатели качества электрической энергии (ПКЭ), а по вертикальной – количество случаев превышения нормированных параметров согласно ГОСТ 32144-2013 (в процентах от количества контролируемых точек).

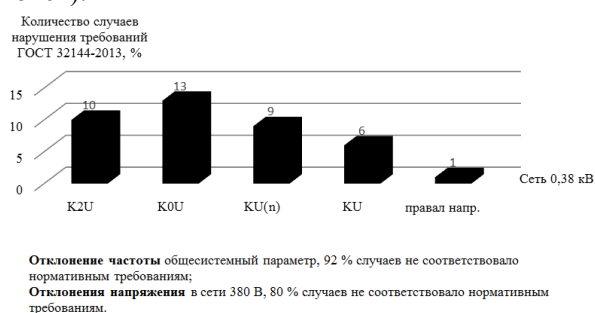


Рисунок 1. Количества нарушений ПКЭ от нормативного значения

Анализ результатов инструментального контроля КЭ показал (рисунок 1), что одним из распространенных является превышение коэффициента несимметрии по нулевой последовательности ( $K_{0U}$ ). В соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013 нормально допустимый уровень коэффициентов несимметрии составляет 2%, а предельно допустимый –4%. Но как показывают результаты измерения

(рисунок 1), коэффициент несимметрии по нулевой последовательности превышает допустимые значения в 13 % случаев. Причинами несимметрии напряжения являются рост потребляемой мощности городских массивов и неравномерное распределение однофазных ЭП по фазам [6]. В результате, в нулевых проводниках протекают токи, значения которых превышают фазные, что приводит к их перегрузке [2, 6]. Также важно отметить, что в эксплуатации СЭС городов находятся КЛ, которые были выбраны по «старым» нормам проектирования. Особенно нужно выделить КЛ с нулевым проводником, выполненным по оболочке кабеля, что соответствует требованиям нормативных документов 80-х годов. КЛ были адаптированы для нагрузок на момент их установки [8]. Дальнейший рост потребляемой мощности в городских электрических сетях и возникновение вероятностной несимметрии токов приведут к значительному увеличению протекающих токов по нулевым проводникам [6]. Следовательно, эти факторы приведут к уменьшению срока службы или аварийным ситуациям [2].

С целью снижения несимметрии напряжения изготовлено множество СУ на основе силовых фильтров и конденсаторных батарей [2]. Традиционно используют соединение конденсаторов в треугольник с различными значениями емкостей путем параллельного подключения к ЛЭП. Недостатком данных устройств является неизменность его параметров, что не дает возможность реализовать симметрирование изменяющихся нагрузок. Вероятно, появление скачков тока в период подключения к сети, при ступенчатом подключении конденсаторных батарей, опасность возникновения нежелательных переходных процессов, низкая динамика перехода из одного режима в другой. Несимметрия токов и напряжений носит случайный характер и изменяется во времени в разных диапазонах, следовательно, симметрирование режимов работы распределительных сетей с постоянной мощностью СУ будет недостаточно эффективным.

Вторая группа СУ состоит из полупроводниковых преобразователей – кондиционеров гармоник, статических преобразователей. Их недостатками являются высокая себестоимость, сложность конструкции, потери активной мощности в полупроводниковых элементах во время работы.

В то же время их преимущество – быстродействие, возможность симметрирования быстро изменяющихся несимметричных нагрузок. Развитие информационной электроники и вычислительной техники позволили реализовать более сложные алгоритмы и дали новые возможности для систем управления. Последующее развитие в данной сфере и востребованность имеют все шансы сократить стоимость устройств [9].

Для оценки применения СУ на основе трехфазного мостового инвертора с нейтралью [9] предлагается имитационная модель участка кабельной сети напряжением 0,4 кВ, созданная в программном комплексе *Matlab/Simulink* (рисунок 2). При построении имитационной модели выбраны расчётные параметры наиболее распространенных типов силовых трансформаторов и марок

кабельных линий напряжением 0,4 кВ в Душанбинских городских электрических сетях. Она включает в себя силовой масляный трансформатор марки ТМ-400/10, кабельную линию длиной 400 м марки АСБ  $3 \times 50 + 1 \times 25 \text{ мм}^2$  и активно-индуктивную несимметричную нагрузку. Значения токовых нагрузок выбраны на основании архивных данных инструментального контроля КЭ на городской РЭС [6,7]. Точки контроля, где фиксируются параметры сети, расположены на главном распределительном щите (ГРЩ) нагрузки. СУ установлено на ГРЩ нагрузки, т.к. это позволит достичь наибольшей эффективности работы. Устройство позволяет плавно регулировать в широком диапазоне несимметрию токов и компенсировать ток в нулевом проводнике [9].

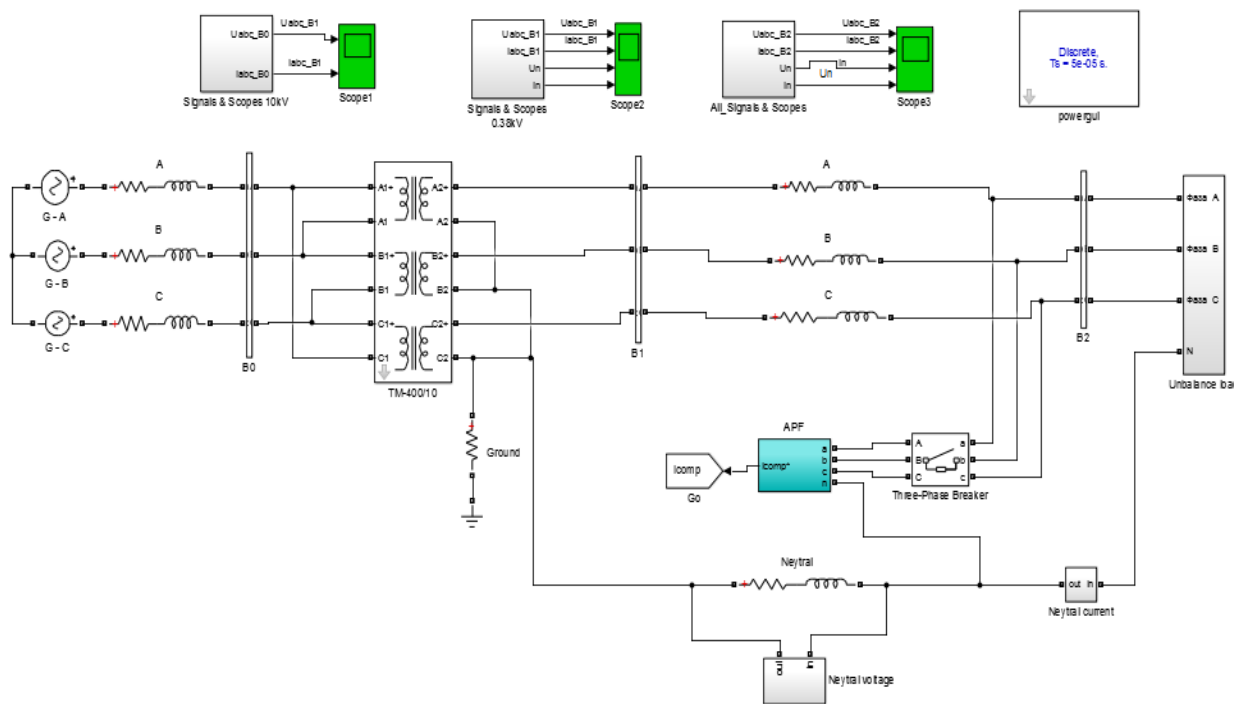


Рис. 2. Общий вид компьютерной модели электрической сети, выполненной в *Matlab/Simulink*.

На рисунке 3а приведены временные диаграммы фазных токов нагрузки до и после включения СУ. В период времени 0–0,06 с СУ отключен, включившийся в момент времени 0,06 с СУ генерирует компенсирующий ток, который равен по значению и противоположен по фазе соответствующему току, создаваемому нагрузкой. Как видно из рисунка 3а, включение СУ привело к выравниванию амплитуд фазных токов. На рисунке 3б

показана временная диаграмма тока в нулевом проводнике до и после включения СУ. При включении СУ в момент 0,06 с привело к компенсации тока в нулевом проводнике. Таким образом, подключение СУ к трехфазной сети с нулевым проводом выравнивает токи в фазах и компенсирует ток в нулевом проводнике, тем самым устраняя несимметрию тока питающей сети. До включения СУ –  $K_{0I} = 37,5\%$ , а при функционировании СУ в сети  $K_{0I} = 0,49\%$ .

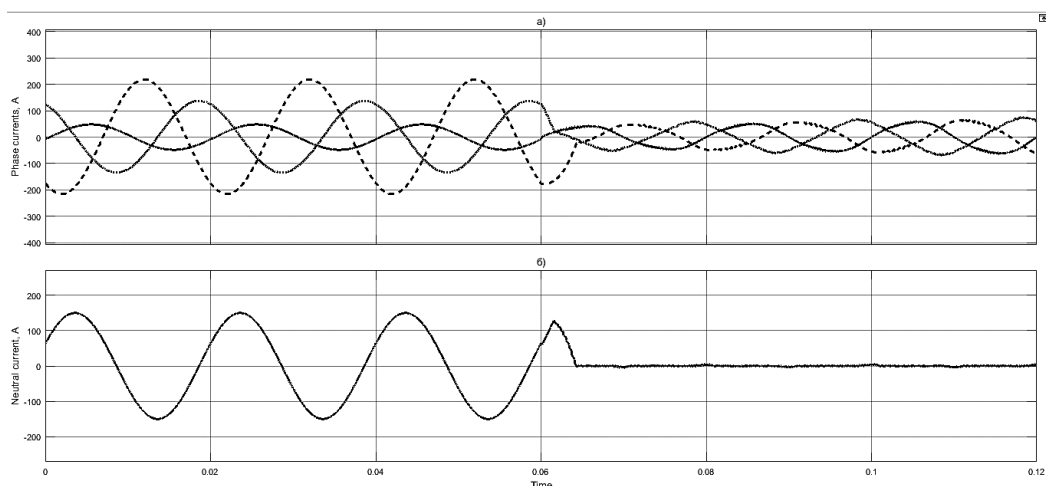


Рис. 3. Осциллограмма фазных токов (а) и ток в нулевом проводнике (б), до и после включения СУ.

### Тепловая модель кабельной линии.

Известно, что при увеличении значения тока в проводнике увеличиваются потери активной мощности, что в конечном итоге приводит к увеличению температуры. С этой целью для оценки теплового состояния кабеля необходимо разработать математическую модель кабельной линии. Для нахождения области нормальной работы без перегревов кабельных линий сначала требуется определить конструкцию кабеля, в том числе геометрические размеры и тепловые характеристики каждого из элементов. Несмотря на многообразие производимых кабелей для рассмотрения влияния токов нулевой последовательности на режим работы кабельных линий в качестве примера был выбран кабель марки АСБ. Данная марка кабеля была выбрана как наиболее распространенная в Душанбинских городских электрических сетях.

Для определения температурного поля кабеля при работе в нормальном режиме и несимметричной нагрузке был использован программный комплекс *Elcut*. Для этого в математическую модель сечения кабеля, составленную в программном комплексе *Elcut*, были введены значения потери активной мощности создаваемых токов каждой фазы, т.к. они являются основными источниками нагрева силового кабеля:

$$P_{ж} = R_{ж\approx} \cdot I^2 \quad (1)$$

С появлением несимметричной нагрузки электрической сети величина потерь активной мощности в нулевом проводе увеличится. Эта величина равна утроенному значению квадрата тока нулевой последовательности, умноженному на

сопротивление нулевой последовательности кабеля.

$$P_{\Sigma}^{\text{нул}} = 3 \cdot I_0^2 \cdot R_0 \quad (2)$$

Электрическое сопротивление жилы на единицу длины кабеля при переменном токе рассчитывается по следующей формуле с учетом поверхностного эффекта и эффекта близости [11]:

$$R_{ж\approx} = R_{ж-} \cdot (1 + y_{\Pi} + y_{\delta}) \quad (3)$$

где

$y_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий поверхностный эффект;  $y_{\delta}$  – коэффициент, учитывающий эффект близости,  $R_{ж-}$  – сопротивление жилы на постоянном токе.

При создании математической модели кабеля для изучения тепловых процессов, определяющих пропускную способность кабельных линий, учтены удельные теплопроводности различных материалов, которые используются в силовых кабелях [12], и геометрические размеры кабелей марки АСБ [13].

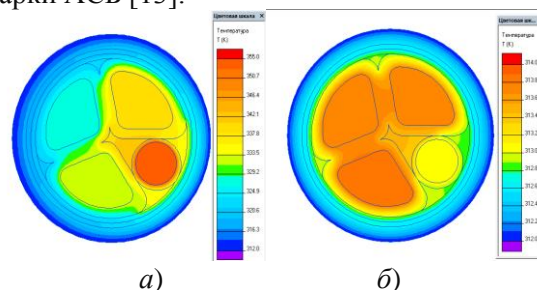


Рисунок 4. Картина теплового поля кабеля АСБ 3×50+1×25 при его работе на несимметричной нагрузке, до (а) и после (б) установки СУ

Результаты моделирования (рисунок 4) показывают, что наибольшая

температура изоляции при несимметричной нагрузке составляет 355 К (82 °С), что превышает допустимую длительную температуру для кабелей с бумажно-масляной изоляцией напряжением до 1 кВ равную 80 °С [10]. При этом наибольшая температура достигается вблизи нулевой жилы, где наибольшие потери активной мощности. После установки СУ значение наиболее нагретой точки кабеля составляет 41°С. Таким образом, при превышении значения токов нулевого проводника его максимально допустимого значения необходимо принимать меры для его уменьшения, чем и объясняется установка СУ.

#### Выводы:

1. Приведены результаты инструментального контроля качества электроэнергии в Душанбинских городских электрических сетях, определены причины несоответствия требованиям нормативных документов по ПКЭ как  $K_{OU}$ .

2. Выполнен обзор методов и устройств для снижения значения  $K_{OU}$ . Показано, что наиболее эффективным устройством компенсации токов нулевой последовательности является СУ из полупроводниковых преобразователей.

3. Разработана имитационная модель РЭС напряжением 0,4 кВ. Показано, что при функционировании СУ наблюдалось снижение коэффициента несимметрии по напряжению и по току.

4. Разработана тепловая модель кабеля типа АСБ 3×50+1×25 в программном комплексе *Elcut* и определены значения температуры кабеля до и после установки СУ. Показано, что после установки СУ значение наиболее нагретой точки кабеля снизилось до 41°С.

#### Список литературы:

1. Шведов Г.В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети [Текст]: учебное пособие / Г.В. Шведов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 268 с.
2. Карташев И.И. Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов, Ю.В. Шаров, Р.Р. Насыров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 346 с.
3. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения

общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014.– 60 с.

4. Косоухов Ф.Д. Энергоснабжение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке // Под общей ред. Ф.Д. Косоухова: Монография. — СПб.: Издательство «Лань», 2016.— 280 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

5. Белицкий А.А. Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса предприятия по критерию минимума тока в нулевом проводе: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Белицкий А.А. – Санкт-Петербург. - 2017. – 123 с.

6. Vladimir N. Tulskey, Bekhruz J. Inoyatov, Shokhin D. Dzhuraev, Mohamed A. Tolba. Study and Analysis of Power Quality of Electric Power System. Case Study: Republic of Tajikistan // IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, IEEE Russia North West Section. – January 29 – February 01, 2018. – Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia: 2018. Section 7. – P. 837 – 843.

7. Шаров Ю.В., Тульский В.Н., Джураев Ш.Дж., Иноятв Б.Дж., Чоршанбиев С.Р. Инструментальная оценка качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан // Управление качеством электрической энергии. Сборник трудов международной научно-практической конференции. М: 2016 г. С. 219-226.

8. Бачаров Д.С., Иноятв Б.Дж., и др. Исследование влияния оборудования электрической сети 380В на уровни искажения синусоидальности и несимметрии напряжений по нулевой последовательности // Управление качеством электрической энергии. Сборник трудов международной научно-практической конференции. М: 2016 г. С. 75-82.

9. Киселев М.Г. Исследование и разработка методов симметрирования токов в трехфазных системах электроснабжения на основе силовых электронных устройств компенсации неактивной мощности: дис. канд. техн. наук: 05.09.01 / Киселев М.Г. – Москва. - 2017. – 160 с.

10. Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация [Текст]: ГОСТ 8865 – 93. Введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – II, 8 с.: ил.

11. Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-1 Уравнение для расчета номинальной токовой

нагрузки (100% коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения [Текст]: ГОСТ Р МЭК 60287-1-1-2009. Введ. 2010 – 01 – 01. – М.: Стандартинформ, 2009. – I, 28 с.: ил.

12. Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2-1 Тепловое сопротивление. Расчет теплового сопротивления: ГОСТ Р МЭК 60287-2-1-2009. Введ. 2010 – 01 – 01. – М.: Стандартинформ, 2009. – I, 36 с.

13. Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия: ГОСТ 18410-73. Введ. 1975 – 01 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – VI, 25 с.

**БАҲОДИҲИИ ТАЪСИРИ БОРИ  
ҒАЙРИСИММЕТРӢ БА РЕҶАИ КОРИ  
ҲАРОРАТИИ ХАТИ КАБЕЛӢ**

***В.Н. Тульский, Б.Ч. Иноят, Ш.Ч. Ҷўраев,  
Ҷ.Б. Раҳимов, С.Т. Исмоилов***

Дар мақола натиҷаи назорати асбоби сифати энергияи электрикӣ дар шабакаҳои электрикии шахрӣ нишон дода шудааст. Натиҷаи назорати асбоби мувофиқи меъёрҳои муқарраршудаи нишондиҳандаҳои сифати энергияи электрикӣ дар асоси ГОСТ 32144 – 2013 таҳлил карда шудааст. Сабабҳои асосии барзиёд шудани нишондиҳандаи сифати энергияи электрикӣ – коэффициентҳои шиддати ғайрисимметрии пайдарпайии нулӣ аз қимматҳои меъёрӣ дида шуда, таъсири вучуд доштани он дар шабакаҳои электрикии шахрӣ оварда шудааст. Усулҳо ва таҷҳизоти барои таъмини сифати энергияи электрикӣ мувофиқи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ-техникӣ дида шудааст. Натиҷаи моделсозии реҷаҳои кории ғайрисимметрии шабакаҳои электрикӣ ҳангоми васл кардани таҷҳизоти симметрикуанда дар барномаи комплекси *Matlab/Simulink* гирифта шудааст. Равандҳои ҳароратӣ дар хати кабелӣ ҳангоми таъмини барқи борҳои ғайрисимметрӣ то васл кардан ва баъди васли таҷҳизоти симметрикуанда дида шудааст

**Калимаҳои калидӣ:** баҳодихӣ, нишондиҳандаҳои сифати энергияи электрикӣ, бори ғайрисимметрӣ, реҷаи корӣ, хати кабелӣ.

**EVALUATION OF INFLUENCE NON-SYMMETRIC LOAD ON THE THERMAL OPERATION MODE CABLE LINE**

***V.N. Tulsy, B.D. Inoyatov, Sh.D. Juraev,  
J.B. Rakhimov, S.T. Ismoilov***

The article shows the results of instrumental control of the power quality in urban electrical networks. Analyzed the results of the instrumental control according to normalized power quality indicators in accordance with GOST 32144 - 2013. The reasons for the excess power quality indicator - voltage unbalance factor zero sequence from standard values and its effect on urban electrical networks are considered in this work. Moreover, the methods and devices to provide the power quality according to regulatory and technical documentation are represented. In addition, the results of the simulation asymmetric mode with a balancing device were obtained in the *Matlab/Simulink* software package. Thermal processes in the cable line are considered with an asymmetrical load before and after installing a balancing device.

**Key words:** evaluation, power quality indicators, asymmetric load, operation mode, cable line.

**Сведения об авторах:**

Тульский Владимир Николаевич — к.т.н., директор Института электроэнергетики НИУ «МЭИ», e-mail: [tulsyVN@mail.ru](mailto:tulsyVN@mail.ru), тел: +7 (910) 4061950.

Иноят Бехруз Джамшедович — аспирант кафедры «Электроэнергетические системы» НИУ «МЭИ», e-mail: [i\\_behruz77@mail.ru](mailto:i_behruz77@mail.ru), тел: +7 (926) 1672344.

Джураев Шохин Джураевич — ассистент кафедры «Теоретические основы радио и электротехники» ТТУ имени акад. М.С. Осими, e-mail: [dzhuraevsh@mail.ru](mailto:dzhuraevsh@mail.ru), тел: +992 (93) 4831100.

Рахимов Джамшед Бобомуродович — ассистент кафедры «Электрические станции» ТТУ имени акад. М.С. Осими, e-mail: [rahimov.jam@gmail.com](mailto:rahimov.jam@gmail.com), тел: +992 (919) 205 030.

Исмоилов Саиджон Туронович — к.т.н., заведующий кафедрой «Теоретические основы радио и электротехники» ТТУ имени акад. М.С. Осими, e-mail: [said.ttu@mail.ru](mailto:said.ttu@mail.ru), тел: +992 (93) 5332933.

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОСВЕННЫХ ФАКТОРОВ

<sup>1</sup>И.Т. Абдуллоев, <sup>2</sup>Дж.Х. Каримов, <sup>3</sup>З.В. Кобулиев, <sup>2</sup>Р.Т. Абдуллозода

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>3</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, г. Душанбе

*В статье приводится способ определения состояния заземляющих устройств, не требующий проведения вскрышных работ над его вертикальными и горизонтальными электродами.*

*Разработанный метод требует определение среднего значения косвенных факторов, существенно влияющих на коррозионное состояние элементов заземлителя, таких как влажность грунта и значение блуждающих токов. Затем, исходя из вышеуказанных параметров, оценивают техническое состояние элементов заземляющего устройства.*

**Ключевые слова:** заземляющее устройство; сопротивление растеканию тока; влажность грунта; блуждающие токи.

Состояние заземляющих устройств (ЗУ) характеризуется значением ее сопротивления растеканию тока, которое зависит от множества различных факторов окружающей среды. Одним из основных факторов, существенно влияющих на значение сопротивления растеканию тока заземлителей, является коррозия образующихся вокруг заземляющих электродов (ЗЭ).

Коррозия не только ускоряет процесс разрушения элементов заземлителя, но и приводит к возрастанию ее сопротивления растеканию тока.

Согласно действующим нормативным документам коррозионное состояние элементов заземляющих устройств оценивается после вскрытия грунта над его вертикальными и горизонтальными элементами, и в зависимости от толщины коррозии заземляющих электродов, удельного сопротивления грунта, сопротивления растеканию тока и т.д. оценивают состояние заземляющих устройств.

Существующие методики требуют большое количество трудовых и временных затрат.

С целью упрощения методов оценки фактического состояния элементов заземляющих устройств был выполнен целый ряд экспериментов, результат которых приводится в работе [1-8].

Разработанный нами способ не требует проведения вскрышных работ над элементами заземлителя, и в зависимости от косвенных факторов (влажность грунта, значение блуждающих токов) можно оценивать состояние заземляющего устройства.

Адекватность разработанной методики подтверждается Патентом РФ на изобретение [9]. Ниже приводится порядок выполнения оценки состояния заземляющих устройств.

### **Методика определения состояния элементов ЗУ.**

Оценка фактического состояния элементов заземляющих устройств с использованием предлагаемой математической модели (уравнения регрессии второго порядка) в сравнении с действующими методиками имеет целый ряд преимуществ:

-применение уравнений регрессии (содержащие полученные нами коэффициенты) позволяет существенно снижать количество вскрышных работ над элементами заземлителей;

-снижает количество измерений параметров заземлителя и сбора исходных данных для оценки коррозионности элементов ЗУ, сокращает количество визуальных осмотров;

-снижает трудовые и временные затраты при контроле состояния элементов ЗУ.

Основными параметрами исходных данных для оценки фактического состояния элементов заземлителя с помощью предлагаемой методики являются среднегодовое значение влажности грунта в месте нахождения заземляющих электродов, значения блуждающих токов, время нахождения элементов заземлителей в эксплуатации и общая масса заземляющих электродов. В зависимости от исходных параметров определяются потеря массы элементов ЗУ и изменение сопротивления растеканию тока ЗУ, что характеризует его коррозионное состояние.

Потеря массы элементов ЗУ, вызванная коррозией, приводит к снижению

сечений вертикальных и горизонтальных электродов и к росту сопротивления растеканию тока ЗУ. Такие электроды могут не выдержать наиболее вероятные величины возникающих токов короткого замыкания (однофазного) и импульсных токов.

**Определение общей массы элементов ЗУ.**

Общая масса заземляющих электродов в литературных источниках не указывается. Исходя из параметров паспортных данных ЗУ (по количеству, сечению, длине и марке электродов), можно определить полную массу вертикальных и горизонтальных электродов и их время нахождения в эксплуатации.

Основными геометрическими размерами элементов заземлителя, определяющими его массу, являются:

- диаметр, сечение и марка стали, из которой изготовлены электроды;
- количество и длина параллельных (вертикальных) электродов;
- общая длина горизонтальных электродов;
- марки стали, из которой изготовлены вертикальные и горизонтальные электроды.

Исходя из указанных размеров, общую длину вертикальных электродов определяют по формуле 3.10:

$$L_{\Sigma B} = n \cdot L_B, \quad (1)$$

где

$n$  - количество вертикальных электродов,  $L_B$  - длина одного вертикального электрода.

Длина горизонтальных электродов указывается в паспортных данных ЗУ. Общую массу вертикальных и горизонтальных электродов определяют по формулам 2 и 3, а общую массу заземлителей – по 4.

$$m_B = L_{\Sigma B} \cdot k \quad (2)$$

$$m_r = L_r \cdot k \quad (3)$$

$$m_{\Sigma} = m_B + m_r \quad (4)$$

где

$L_r$  - длина горизонтальных электродов;  
 $k$  - удельная масса профиля (стержня) на погонный метр, значение которой в зависимости от марки стали определяется по таблице 1 [10].

Удельную массу вертикальных и горизонтальных электродов ЗУ (значение  $k$ ) можно также определить по классу арматуры и марке стали, из которой изготовлены заземляющие электроды (таблица 2) [10].

Таблица 1.

Номинальные размеры и удельные массы электродов

| Диаметр электродов | Площадь поперечного сечения стержня, см <sup>2</sup> | Масса 1 м профиля (к) |                          |
|--------------------|--|-----------------------|--------------------------|
|                    |  | Теоретическая, кг     | Предельные отклонения, % |
| 6                  | 0,283  | 0,222                 | +9,0                     |
| 8                  | 0,503  | 0,395                 | -7,0                     |
| 10                 | 0,785  | 0,617                 | +5,0<br>-6,0             |
| 12                 | 1,131  | 0,888                 |                          |
| 14                 | 1,540  | 1,210                 | +3,0<br>-5,0             |
| 16                 | 2,010  | 1,580                 |                          |
| 18                 | 2,540  | 2,000                 |                          |
| 20                 | 3,140  | 2,470                 |                          |
| 22                 | 3,800  | 2,980                 |                          |
| 25                 | 4,910  | 3,850                 |                          |
| 28                 | 6,160  | 4,830                 | +3,0<br>-4,0             |
| 32                 | 8,040  | 6,310                 |                          |
| 36                 | 10,180   | 7,990                 |                          |
| 40                 | 12,570   | 9,870                 |                          |
| 45                 | 15,000   | 12,480                | +2,0<br>4,0              |
| 50                 | 19,630   | 15,410                |                          |
| 55                 | 23,760   | 18,650                |                          |
| 60                 | 28,270   | 22,190                |                          |
| 70                 | 38,480   | 30,210                | 4,0                      |
| 80                 | 50,270   | 39,460                |                          |

Таблица 2.

Класс арматуры и марка стали для изготовления электродов

| Класс арматурной стали | Диаметр профиля, мм               | Марка стали                     |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| A-I (A240)             | 6 – 40                            | Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп             |
| A-II (A300)            | 10 – 40;<br>40 – 80               | Ст5сп, Ст5пс, И8Г2С             |
| Ac-II (Ac300)          | 10 – 32;<br>(36 – 40)             | 10ГТ                            |
| A-III (A400)           | 6 – 40; 6 – 22                    | 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс            |
| A-IV (A600)            | 10 – 18<br>(6 – 8)                | 80С                             |
| A-IV (A600)            | 10 – 32;<br>(36 – 40)             | 20ХГ2Ц                          |
| A-V (A800)             | (6 – 8);<br>10 – 32;<br>(36 – 40) | 23ХГ2Т                          |
| A-VI (A1000)           | 10 – 22                           | 22ХГ2АЮ,<br>22ХГ21Р,<br>20ХГ2Ср |

Исходя из класса арматуры и марки стали, применяемой для изготовления заземляющих электродов, по таблице 2

определяют диаметр вертикальных и горизонтальных электродов.

#### **Определение влажности грунта в месте нахождения ЗУ.**

Как было показано выше, влажность грунта является основным параметром, существенно влияющим на процесс коррозии элементов ЗУ, соответственно её значения весьма важны для расчета состояния ЗУ.

Для определения состояния заземлителя необходимо среднее значение влажности грунта в период ввода в эксплуатацию и до проверки состояния ЗУ.

Статистические данные, среднее значение влажности грунта для разной глубины приводятся в [11].

Методика определения влажности грунта приведена в [12]. Определить влажность грунта в месте нахождения ЗУ можно с помощью специальных приборов (влагомеров).

#### **Определение сопротивления растеканию тока ЗУ.**

На основании действующих методик, процесс проверки состояния элементов ЗУ можно провести посредством выявления его основных электрических параметров, к основным из которых относится значение сопротивления растеканию тока. Значение сопротивления растеканию тока заземлителей можно измерять подключением как токовых, так и потенциальных электродов к соответствующим приборам. При этом следует отметить, что во время измерения сопротивления растеканию тока ЗУ место погружения токовых и измерительных потенциальных электродов прибора не уточняется. Значение расстояния (радиуса) от ЗУ до измерительного (токового и потенциального) электрода задается. Изменение местопогружения электродов прибора в процессе измерения сопротивления растеканию тока ЗУ в различных точках местонахождения в различные временные показатели и в одинаковом значении радиуса приводит к случаю изменения показаний измерительных приборов, т.е. значение сопротивления в различных измерительных точках одинаково остается изменчивым. Данное обстоятельство напрямую имеет взаимосвязь со свойствами грунтов, их влажности, температурным значением, химическим структурным составом и т.п.

Результаты, полученные в ходе исследования касательно изменений сопро-

тивления растеканию тока ЗУ, указывают противоречащие данные с результатами, полученными другими исследователями. К примеру, Манойлов В.З. [13] в своей монографии указывает на то, что с изменением временного фактора наблюдается уменьшение вышеупомянутого сопротивления ЗУ, что можно объяснить улучшением его контакта заземляющих электродов с погружаемым грунтом.

На наш взгляд, вывод о снижении сопротивления ЗУ, полученный по результатам измерений значения сопротивления растеканию тока ЗУ, полученных в очередных исследованиях последнего, не является достоверным в связи со следующими обстоятельствами:

- в протоколах заранее записываются инициалы проводящего измерения сопротивления растеканию тока ЗУ с указанием информации о применяемом в испытании приборе, а также дате измерения;
- не указывается конкретное месторасположение измерительных (потенциального и токового) электродов.

Последнее положение указывает на то, что при смещении электродов по дуге (с учётом постоянства расстояний от ЗУ) это обстоятельство может повлиять на результаты измерений.

С учётом того, что величина сопротивления растеканию тока ЗУ относится к одному из основных показателей, который характеризует его состояние, нами рекомендуется произвести фиксирование места погружения измерительных электродов и придерживаться этого во время всех последующих измерений, т.е. эти электроды необходимо погружать именно в указанных точках.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, можно заключить, что в данном случае мы можем не только обеспечивать достоверную сопоставимость результатов измерений, но и можем получать истинную информацию о состоянии сопротивления растеканию тока ЗУ.

#### **Литература:**

1. Абдуллоев, Р.Т. Факторы, влияющие на коррозию заземляющих устройств [Электронный ресурс] / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // Материалы LIV международной научно-технической конференции «Достижения науки – агропромышленному производству» /



под ред. докт. техн. наук П.Г. Свечникова. – Челябинск: ЧГАА, 2015. – Ч. IV. – С. 93-96.

2. Сидоров, А.И. Разработка плана отсеивающего эксперимента по исследованию влияния различных факторов на процесс коррозии заземляющих устройств [Текст] / А.И. Сидоров, Р.Т. Абдуллоев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2016. – Т.16. - №2. – С. 52-58. DOI: 10.14529/power 160207.

3. Абдуллоев, Р.Т. Исследование процесса коррозии заземляющего устройства [Электронный ресурс] / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // Наука ЮУрГУ: Материалы 68-ой научной конференции. Секции технических наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С.354-358.

4. Абдуллоев, Р.Т. Исследование в лабораторных условиях влияния влажности грунта на процесс коррозии заземляющих устройств [Текст] / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.И. Солдатов // Электробезопасность. - 2016. - №3. - С. 37-43.

5. Абдуллоев, Р.Т. Исследование влияния водородного показателя грунта на процесс коррозии заземляющих устройств [Текст] / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.И. Солдатов, А.Б. Тряпицын // Электробезопасность. - 2015. - №4. - С. 54-63.

6. Солдатов, А.И. Экспериментальное исследование влияния химических минералов грунта на процесс коррозии заземляющих устройств [Текст] / А.И. Солдатов, Р.Т. Абдуллоев // Электробезопасность. - 2016. - №2. - С. 44-50.

7. Абдуллоев, Р.Т. Экспериментальное исследование влияния блуждающих токов на процесс коррозии заземляющих устройств [Текст] / Р.Т. Абдуллоев // Сборник тезисов докладов участников XVII отраслевой научно-технической конференции молодых руководителей и специалистов: Секция «Основное производство» Екатеринбург: 2016. - С.15-16.

8. Сидоров, А.И. Технические средства для определения состояния заземляющих устройств [Текст] / А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын, Р.Т. Абдуллоев // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: сборник материалов VI-й научно - практической конференции: в 2 т. / Под. ред. А.И. Сидорова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Т.1. - С. 245-249.

9. Патент 161812 Российская Федерация: МПК G01R 19/45 (2006.01). Установка для исследования влияния

факторов окружающей среды и блуждающих токов на процесс коррозии заземляющих устройств / Р.Т. Абдуллоев, А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын // № 2015145568/28; заявл. 22.10. 2015; опубл. 28. 03. 2016, Бюл. №13-2016.

10. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Введ. 1983 – 07 – 01. – М.: ИПК Изд-во стандартов. 1985.–17 с.

11. Ширнин, Ю.А. Состояние грунтов для одежд лесовозных дорог Республики Марий Эл (РМЭ) / Ю.А. Ширнин, В.М. Вайнштейн // Лесной Вестник, 2001. №2. С. 123–127.

12. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Введ. 24.10.1984. – М.: ИПК Изд-во стандартов. 1985.–17 с.

13. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов.– 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд – ние, 1991.–480 с.

**УСУЛИ МУАЙЯНКУНИИ ҲОЛАТИ  
ЗАМИНВАСЛА ВОБАСТА БА  
ОМИЛҲОИ БАВОСИТА  
ТАЪСИРКУНАНДА**

*И.Т. Абдуллоев, Ч.Х. Каримов,  
З.В. Кобулиев, Р.Т. Абдуллозода*

Дар мақола усули муайянқунии ҳолати заминвасла оварда шудааст, ки кушодани электродҳои амудӣ ва уфуқии заминвасларо аз зери ҳок талаб намекунад.

Усули коркардшуда муайянқунии қимати миёнаи омилҳои бавосита таъсиркунандае, ки ба коррозияи элементҳои заминвасл таъсир мекунад, талаб мекунад. Ба ин омилҳо қимати миёнаи рутубатнокии ҳок ва ҷараёнҳои “гумроҳ” дохил мешаванд. Баъд аз муайян кардани параметрҳои нишон додашуда ҳолати техникаи элементҳои заминвасла муайян карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** заминвасла, муқовимати ҷараёни паҳншаванда, рутубатнокии ҳок, ҷараёнҳои “гумроҳ”.

**METHOD FOR DETERMINING THE  
STATE OF A GROUNDING DEVICE  
DEPENDING ON INDIRECT FACTORS**  
*I.T. Abdulloev, J.H. Karimov, Z.V. Kobuliev,  
R.T. Abdullozoda*

The article presents a method for determining the state of grounding devices that do not require stripping work on its vertical and horizontal electrodes.

The developed method requires the

determination of the average annual value of indirect factors that significantly affect the corrosive state of earthing elements such as soil moisture and value of stray currents. Then based on the above parameters, assess the technical condition of the elements of the grounding device.

**Key words:** grounding device; resistance to current spreading; ground moisture, meandering currents

**Сведения об авторах:**

Абдуллоев Илхом Толибджонович - аспирант кафедры «БЖД», Южно-Уральский

государственный университет (НИУ). E-mail: [ait-1992@bk.ru](mailto:ait-1992@bk.ru).

Каримов Джамшед Халимович - ст. преп. кафедры “Релейная защита и автоматика”, ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: [d.karimov@mail.ru](mailto:d.karimov@mail.ru).

Кобулиев Зайналобудин Валиевич - д.т.н., проф., чл.-корр. АН РТ, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ. E-mail: [kobuliev@mail.ru](mailto:kobuliev@mail.ru).

Абдуллозода Рамазон Толибжон - к.т.н., и.о. зав. каф. «Релейная защита и автоматика» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: [art.tj@bk.ru](mailto:art.tj@bk.ru).

**АНАЛИЗ ВЫРАБОТКИ, ПЕРЕДАЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ ОАХК «БАРКИ ТОЧИК» РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов**

*Национальный исследовательский университет “МЭИ”*

*В данной статье описываются результаты анализа выработки, передачи и потребления электрической энергии в национальной энергетической компании ОАХК “Барки Точик” Республики Таджикистан.*

*Дана краткая характеристика создания и динамики развития электроэнергетической системы Республики Таджикистан. Списаны основные источники электрической энергии. Проанализирована динамика производства электроэнергии в Республике Таджикистан. Приведены сведения по количеству и установленной мощности трансформаторов понижающих подстанций и протяженности линий электропередачи Республики Таджикистан с разбивкой по классам напряжений 0,4-500 кВ. Проанализировано потребление электрической энергии как в целом по Республике Таджикистан, так и по отдельным классам потребителей.*

**Ключевые слова:** выработка электрической энергии, линия электропередачи, трансформатор, потребление электроэнергии, Республика Таджикистан.

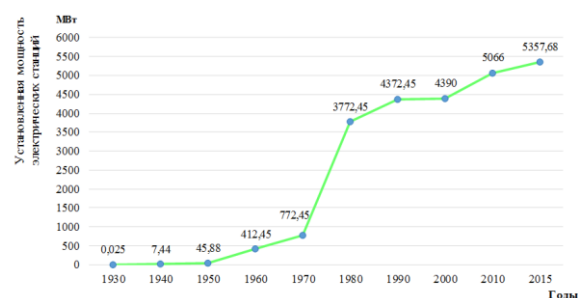
Создание электроэнергетической системы (ЭЭС) Республики Таджикистан началось в первой половине XX века. При этом ЭЭС Республики Таджикистан входила в структуру единой электроэнергетической системы СССР. Интенсивное изучение энергетических ресурсов Республики Таджикистан началось в 30-х годах XX века.

В Республике Таджикистан первая энергетическая программа, учитывавшая

сельскохозяйственную направленность экономики, была создана в 1949-1950 годах. Было решено, что развитие энергетики в Республике Таджикистан будет опираться на гидроэнергоресурсы, потому что запасов нефти и газа в регионе практически нет, а запасы угля труднодоступны.

В республике в 1936 году был введен в действие агрегат первой гидроэлектростанции (ГЭС) Варзоб -1, построенной неподалеку от столицы республики г. Душанбе на реке Варзоб [1,2]. Список построенных и действующих электростанций в стране, начиная с 30 годов XX века до настоящего времени, приведен в табл. 1, а на рис.1 приведена динамика установленной мощности электростанций по годам [1,2].

Исходя из этого, можно сказать, что во второй половине минувшего века, особенно с 1950-х по 1980-е годы, энергетика республики развивалась весьма интенсивно.



*Рис. 1. Динамика развития энергетики Республики Таджикистан. (Рост суммарной мощности)*

Таблица 1  
 Характеристика основных источников электрической энергии в Республике Таджикистан

| № п/п                         | Название электростанций  | $P_{уст}$ , МВт | Напряжение распределения, кВ | Год ввода           |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|
| 1                             | Варзобская-1 ГЭС         | 7,44            | 35                           | 1936                |
| 2                             | Варзобская-2 ГЭС         | 14,44           | 6                            | 1949                |
| 3                             | Варзобская-3 ГЭС         | 3,52            | 6                            | 1952                |
| 4                             | Кайракумская ГЭС         | 126             | 220/35                       | 1956-1957           |
| 5                             | Центральная ГЭС          | 15,1            | 35                           | 1960                |
| 6                             | Перепадная ГЭС           | 29,95           | 110/10                       | 1960                |
| 7                             | Головная ГЭС             | 240             | 220 /110                     | 1962-1963           |
| 8                             | Байгазинская ГЭС         | 600             | 220                          | 1970-1986           |
| 9                             | Нурекская ГЭС            | 3000            | 550/220                      | 1972-1979           |
| 10                            | Сангтудинская-2 ГЭС      | 220             | 220                          | 2006-2014           |
| 11                            | Сангтудинская-1 ГЭС      | 670             | 220                          | 2008-2009           |
| <b>Суммарная мощность ГЭС</b> |                          |                 |                              | <b>4926,45 МВт</b>  |
| 12                            | Душанбинская ТЭЦ-1       | 198             | 110/35                       | 1957                |
| 13                            | Яванская ТЭЦ             | 120             | 220/35                       | 1969                |
| 14                            | Душанбинская ТЭЦ-2       | 100             | 220/35                       | 2014                |
| <b>Суммарная мощность ТЭЦ</b> |                          |                 |                              | <b>418МВт</b>       |
| 15                            | Малые ГЭС                | 11,436          | 10/0,4                       | 1992-2015           |
| 16                            | Ветровые электростанции  | 0,3             | 0,4                          | 1992-2015           |
| 17                            | Солнечные электростанции | 1,5             | 0,4                          | 1992-2015           |
| <b>Суммарная мощность</b>     |                          |                 |                              | <b>5357,686 МВт</b> |

Из табл.1 и рис.1 видно, что суммарная установленная мощность всех электростанций республики составляет 5357,686 МВт (на 2015 год). При этом более 92% электроэнергии в стране вырабатываются на ГЭС. Каскад ГЭС, расположенный на реке Вахш, является основным источником электроэнергии в Таджикистане. Установленная мощность Вахшского каскада составляет 4775 МВт, что составляет более 89% суммарной мощности ЭЭС. Таким образом в Республике Таджикистан производство электроэнергии почти полностью зависит от ГЭС [3-9].

Открытая Акционерная Холдинговая Компания (ОАХК) «Барки Точик» — государственная национальная энергетическая компания Республики Таджикистан, которая управляет электроэнергетической системой Республики Таджикистан, в своем составе имеет: 14 генерирующих предприятий и 17 предприятий по передаче и распределению электроэнергии по территории республики (состоящих из 59 районных и городских электрических сетей) [1]. ОАХК «Барки Точик» играет ведущую роль в энергоснабжении народного хозяйства Республики Таджикистан, на долю которой

приходится более 97% произведенной электроэнергии и 98% установленной мощности электрических станций в стране [1].

С декабря 2002 года система электроснабжения Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) перешла в управление от компании ОАХК «Барки Точик» к частной компании «Памир Энерджи» на основе Концессионного соглашения сроком на 25 лет [1, 10].

В настоящее время система электроснабжения ГБАО работает изолировано, то есть не имеет связи с основной ЭЭС Республики Таджикистан. Компания «Памир Энерджи» управляет 11 малыми и мини-ГЭС общей установленной мощностью 43,5 МВт и ЛЭП 35/10/0,4 кВ общей протяженностью 2609 км [10].

#### **Выработка электрической энергии в Республике Таджикистан.**

Республика Таджикистан географически подразделяется на следующие части:

- 1) Районы республиканского подчинения (центральная часть республики);
- 2) Согдийская область (северная часть республики);
- 3) Хатлонская область (южная часть республики);

4) ГБАО (восточная часть республики).

Основная выработка электроэнергии осуществляется в южной части республики, а крупные потребители расположены в центральной и северной части [1,11]. Производство электроэнергии в Таджикистане зависит от сезона и погодных условий. В связи с этим в стране основными являются два режима работы энергосистемы [12]:

- Ограниченный режим работы энергосистемы;
- Нормальный режим работы энергосистемы.

Ограниченный режим вводится на период с декабря по январь путем преднамеренного отключения потребителей для обеспечения надежности электроснабжения и сохранения живучести энергосистемы в целом. Период нормального режима энерго-системы, когда ограничения на потребление мощности снимаются, ведется с мая по сентябрь.

Динамика производства электроэнергии в ОАХК "Барки Точик" Республики Таджикистан за период 1991-2016 гг., приведена на рис.2 [1,13,14].

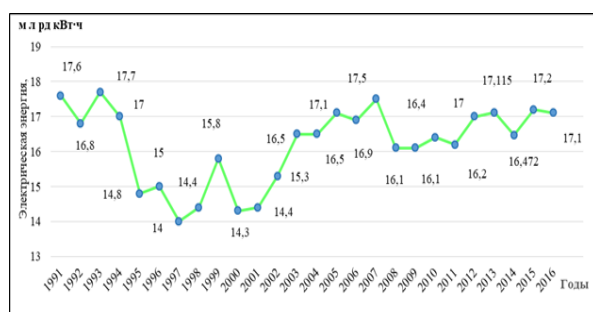


Рис.2 Динамика производства электроэнергии в ОАХК «Барки Точик» за 1991- 2016 гг

Рассматривая общую картину изменения выработки электроэнергии в Республике Таджикистан (за исключением ГБАО с 2002 года) за период 1991-2016 гг. (рис.2), можно отметить, что самый низкий уровень производства электроэнергии был зафиксирован в 1997 г. (14 млрд кВт ч).

Из диаграммы, представленной на рис.2, видно, что самое максимальное производство электроэнергии было в 1993 г, которое составило 17,7 млрд кВт· ч. В 2007 году выработка электроэнергии в республике почти достигла максимума и составила 17,5 млрд кВт·ч. После этого в 2008-2009 гг. она снизилась на 8% по сравнению с 2007 годом. Причиной снижения производства электроэнергии в 2008 году являлся мировой экономический кризис, что тоже повлияло на Республику Таджикистан. В 2009 году Республика Узбекистан отсоединилась по электрическим сетям от Республики Таджикистан, в результате была нарушена связь с ОЭС Центральной Азии. В связи с этим был ограничен экспорт и импорт электроэнергии, что являлось причиной снижения производства электроэнергии в Республике Таджикистан [1].

**Передача электрической энергии в Республике Таджикистан.**

В составе ОАХК «Барки Точик» для передачи электрической энергии от мест генерации до мест потребления эксплуатируются воздушные и кабельные линии электропередачи номинальным напряжением 0,4- 500 кВ. Протяженность ВЛ и КЛ 0,4 -500 кВ, входящих в состав ОАХК «Барки Точик» на 2015 г [11,14-16], приведена в табл.2.

Таблица 2

Протяженность ВЛ и КЛ 0,4-500 кВ, входящих в состав ОАХК «Барки Точик» на 2015 г

| Тип ЛЭП      | Длина ЛЭП, км, при номинальном напряжении, кВ |          |         |        |         |        |                  |
|--------------|---|----------|---------|--------|---------|--------|------------------|
|              | 0,4   | 6-10-20  | 35      | 110    | 220     | 500    | Сумма            |
| ВЛ           | *30480,05                                     | 21182,14 | 2475,82 | 3055,2 | 1624,95 | 489,74 | 59307,9          |
|              | *30489,81                                     | 21336,91 | 2958,59 | 4326,8 | 2003,73 | 489,74 | 61605,58         |
| КЛ           | 1347,51                                       | 1838,63  | 17,222  | -      | -       | -      | 3203,362         |
| <b>Итого</b> |   |          |         |        |         |        | <b>64808,942</b> |

\*В числителе протяжённость по направлению, а в знаменателе- по цепи.

Из табл.2 видно, что суммарная протяженность ЛЭП 0,4-500 кВ в целом по республике составляет 64808,942 км, из них

на долю ВЛ приходится 61605,58 км (95,05 %), на долю КЛ – 3203,362 (4,95%). Из табл.2 следует отметить, что среди ВЛ существенно

большую протяженность в сравнении с другими классами напряжения имеет напряжение 0,4 кВ 30489,81 км (что составляет 49,5%). Среди КЛ большую протяженность имеют линии напряжением 6-10-20 кВ 1838,63 км (что составляет 57,4%).

В табл. 3 приведены данные об установленных мощностях трансформаторов понизительных подстанций (ПС) 6-500 кВ, входящих в состав ОАХК «Барки Точик» Республики Таджикистан [1,11,14,16,17].

Таблица 3.

Установленная мощность и количество трансформаторов ПС 6-500 кВ, входящих в состав ОАХК «Барки Точик» на 2015 г.

| Высшее номинальное напряжение ПС, кВ | 6-10-20-35/0,4 | 35      | 110    | 220  | 500  | Итого     |
|--------------------------------------|----------------|---------|--------|------|------|-----------|
| Количество трансформаторов, шт       | 15363          | 225     | 173    | 27   | 3    | 15791     |
| Мощность трансформаторов, МВА        | 4523,344       | 1824,41 | 4499,9 | 4874 | 3105 | 18826,654 |

Суммарная установленная мощность трансформаторов ПС 6-500 кВ в целом по республике составляет 18826,654 МВА. Из них большую долю составляет мощность ПС напряжением 220 кВ - 4874 МВА (25,88%); ПС напряжением 6-10-20-35/0,4 кВ - 4523,344 МВА (24,03%) и ПС напряжением 110 кВ - 4499,9 МВА (23,9%).

### Потребление электроэнергии в электрических сетях Республики Таджикистан.

Можно сказать, что производство и потребление электроэнергии по республике в годовом разрезе имеет колебательный характер и зависит от длительности периодов маловодья и многоводья рек. Республика испытывает трудности в связи со значительной нехваткой электроэнергии в зимние месяцы (ноябрь- февраль), дефицит электроэнергии в этот период составляет 2- 4 млрд кВт·ч [12,18-20], что заставляет страну вводить ограничения на ее потребление. Введение лимита на потребление электроэнергии в некоторых районах страны начинается с октября и длится примерно до апреля. Население в этот период имеет доступ к электроэнергии в течение 3-7 часов в сутки по всем регионам, кроме столицы, где

проживает около 10 % населения, и ГБАО. Электроэнергия, потребляемая населением, составляет 40 % от общего объема потребления [3]. Существующий дефицит электроэнергии и введение ограничений на ее потребление обусловлены рядом факторов: высоким спросом на электроэнергию для отопления жилья зимой, потерей источника импорта электроэнергии и газа, начиная с 2009 года, и снижением выработки электроэнергии на ГЭС, мощность которых снижается в зимний период в связи с низким уровнем речного стока.

Лишь Нурекская ГЭС имеет собственное водохранилище. Все другие гидроэлектростанции- руслового типа, их мощность падает зимой в связи со снижением речного стока. В летний период в стране имеется избыток электроэнергии, что объясняется увеличением стока воды в реках и снижением спроса на электроэнергию в стране. В связи с изолированным режимом работы энергосистемы этот избыток не может экспортироваться в соседние страны. Избыток воды приводит к значительным масштабам холостых сбросов, которые потенциально означают огромную потерю электроэнергии. При этом летний избыток составляет от 3-7,5 млрд кВт·ч в зависимости от водности года [3,19,21].

На рис. 3 приведена динамика потребления электроэнергии в республике за период 1991-2016 гг. [1,2,14].

Из диаграммы, представленной на рис. 3, видно, что самое максимальное потребление электроэнергии за период 1991-2016 гг., было зафиксировано в 1991 году — 19,1 млрд кВт·ч. Самый низкий уровень электропотребления был в 1996-1997 гг. В 1996-1997 гг., снижение составило 8,6% по сравнению с 1995 годом. В дальнейшем наблюдался устойчивый рост потребления электроэнергии до 2007 года.

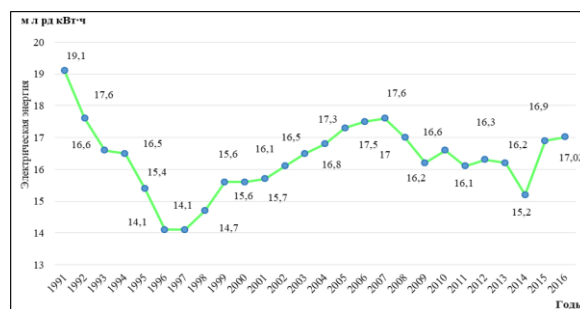


Рис.3. Динамика потребления электроэнергии в Республике Таджикистан за период 1991- 2016 гг

Структура потребления электроэнергии в электрических сетях Республики Таджикистан. Структура потребления электроэнергии в основном определяется двумя факторами: общим уровнем развития и долей энергоёмкости промышленности. Согласно [1], потребители электроэнергии в Республике Таджикистан классифицируются по группам:

**1-группа** — промышленные, непромышленные, сельскохозяйственные и приравненные к ним потребители.

**2-группа** — потребители бюджетной сферы, предприятия коммунального хозяйства и электрифицированный транспорт.

**3-группа** — водопроводные насосы, насосные станции системы машинного орошения, скважины и мелиоративные насосные станции.

**4 группа** — население, населённые пункты и общежития.

На рис.4 приведена структура потребления электроэнергии по отраслям в Республике Таджикистан за период 2010-2015 гг. [14,22].

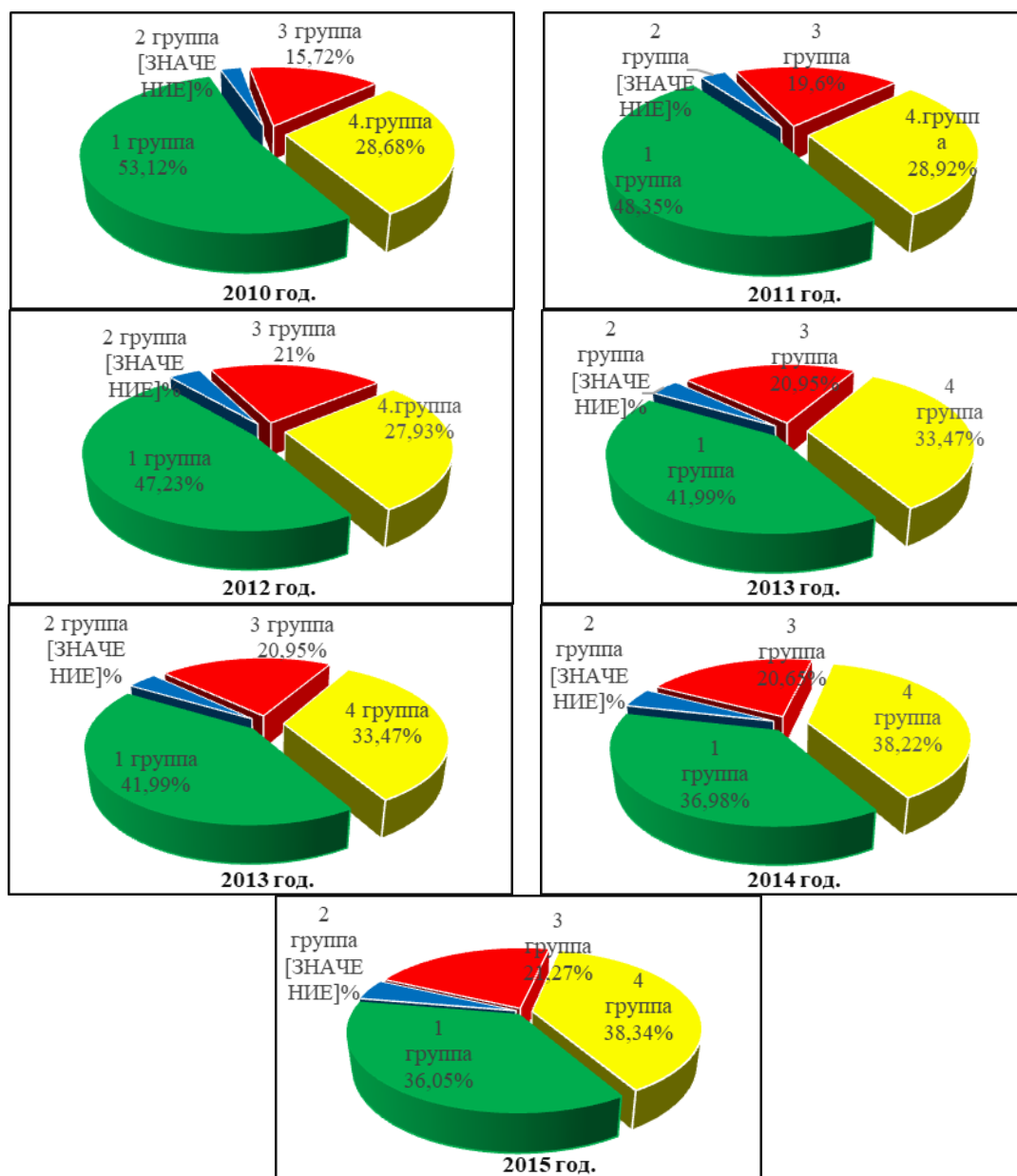


Рис.4 Структура потребления электроэнергии по отраслям в Республике Таджикистан за период 2010-2015 гг.

Из рис.4 видно, что в 1-ой группе потребителей потребление за период 2010-2015 гг. снижается каждый год. В 2010

году оно составило 53,12%, в 2015 году снизилось до 36,05 %. Это обуславливается тем, что в состав потребителей 1-

ой группы входит местная алюминиевая компания ГУП «ТАЛКО», производительность которой сокращается с каждым годом [1].

Во 2-ой группе потребителей зафиксирован рост потребления электроэнергии за период с 2010 по 2015 год. В 2010 году на ее долю приходилось 2,48% от общего потребления, а в 2015 году это значение повысилось до 4,34 % от общего потребления. В первую очередь, это связано с развитием в городах электрифицированного транспорта, который влияет на рост электропотребления в этой группе.

3-ья группа потребителей также демонстрирует рост потребления электроэнергии. Ее доля в 2010 году составила 15,72%, а в 2015 году увеличилась до 21,27%. Так как Республика Таджикистан является сельскохозяйственной страной, то в летние месяцы наблюдается рост потребления электроэнергии насосами для орошения.

Как было отмечено выше, к 4-ой группе потребителей относятся население (городское и сельское), населенные пункты, общежития.

К крупным городам Республики Таджикистан относятся следующие населенные пункты:

-столица Таджикистана - город Душанбе, расположенный в центре, с населением 802 700 чел., [23];

-город Худжанд, расположенный в северной части республики с населением (175 400 чел.), [24];

-город Бохтар, расположенный в южной части республики с населением (102 900 чел.). [25].

Основными потребителями электроэнергии в городах являются электроприемники жилых и общественных зданий, состав которых за последние двадцать пять лет существенно изменился. Если раньше в основном использовались обычные лампы накаливания, нагревательные приборы и двигатели с прямым пуском, то на сегодняшний день применяется большое количество электронной техники (компьютеры, телевизоры, частотно-регулируемые приводы и т.п.).

Необходимо отметить, что в этих городах была сооружена централизованная система теплоснабжения, построенная в советский период на основе теплоцентралей и котельных. Система

централизованного теплоснабжения работала относительно удовлетворительно до 1990-х годов, пока республика получала значительные объемы природного газа и мазута из соседних советских республик (также использовался добываемый в стране уголь).

В настоящее время системы теплоснабжения очень изношены, например, в г. Душанбе работают лишь 18 из 181 водогрейного котла [26]. Поэтому электроэнергия стала основным источником энергии для отопления помещений в хозяйствах, подключенных к энергосетям.

Все это способствует росту потребления электроэнергии в 4-ой группе. Так в 2010 году потребление электроэнергии составило 28,68% от общего потребления республики, а уже в 2015 году – это значение равнялось 38,34%.

### Выводы

Таким образом, в результате проведенного исследования получено:

1) В Республике Таджикистан более 92 % электрической энергии вырабатывается на ГЭС. Каскад ГЭС, расположенный на реке Вахш, является основным источником электроэнергии в республике, его установленная мощность составляет более 89%.

2) В республике основная выработка электроэнергии осуществляется в южной части страны, а крупные потребители расположены в центральной и северной части.

3) В летнем периоде в стране существует избыток электрической энергии около 3-7,5 млрд кВт·ч зависимости от водности года, что объясняется увеличением стока воды в реках и снижением спроса на электроэнергию в стране.

4) В группе промышленных потребителей электроэнергии потребление снижается каждый год. Это обуславливается тем, что в составе потребителей данной группы входит местная алюминиевая компания ГУП «ТАЛКО», производительность которой сокращается с каждым годом.

Во всех остальных группах потребителей зафиксирован рост потребления электроэнергии за период с 2010 по 2015 год. Для второй группы потребителей это связано с развитием в городах электрифицированного транспорта.

Так как Республика Таджикистан является сельскохозяйственной страной, то в летние месяцы у потребителей 3 группы

наблюдается рост потребления электроэнергии насосами для орошения.

Рост потребления электрической энергии в 4-ой группе обусловлен расширением списка электроприемников у населения и использованием электрической энергии населением для отопления в зимний период.

#### Литература:

1. Официальный сайт ОАХК «Барки Точик» [электронный ресурс]. – URL: <http://www.barqitojik.tj> (Дата обращения: 05.09.2016 г.).

2. Официальный сайт Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан [электронный ресурс]. – URL: [http://www.mewr.gov.tj/?page\\_id=61&lang=ru](http://www.mewr.gov.tj/?page_id=61&lang=ru). (Дата обращения: 12.08.2016 г.).

3. Султонов Ш. М. «Оптимизация режимов работы энергосистемы с высокой долей гидроэлектростанций (на примере энергосистемы Таджикистан)»: дис...канд. техн. наук : спец. 05.14.02 / Султонов Шерхон Муртазокулович. — Н., 2016. — 163 с.

4. Тимур, Валамат-Заде. Энергетика Таджикистана: Настоящее и ближайшее будущее / Валамат-Заде Тимур // Центральная Азия и Кавказ. – 2008. – № 1(55). – С. 104-113.

5. Абдуллаева Ф.С. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР/ Ф.С. Абдуллаева, Г.В. Баканин, С.М. Гордон. – Л.: Изд-во «Недра», 1965 г.– 658 с.

6. Петров Г.Н. Комплексное использование водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Современное состояние, проблемы и пути решения / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов. – Душанбе: Дониш, 2011– 234 с.

7. Водно-энергетические ресурсы Центральной Азии: проблемы использования и освоения: Отраслевой обзор [Электронный ресурс] / Евразийский банк развития. – Алматы, 2008. – 44 с. – Режим доступа: [http://www.eabr.org/general/upload/docs/publication/analyticalreports/obzor\\_water\\_fin\\_al\\_rus.pdf](http://www.eabr.org/general/upload/docs/publication/analyticalreports/obzor_water_fin_al_rus.pdf).

8. Халмиджанова М.К. Строительство малых гидроэлектростанций в Республике Таджикистан и их диверсификация/ Халмиджанова М.К., Давроншоев Ш.Р., Анварова Г.Б., Чоршанбиев С.Р. доклад VII международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования» 23-24 октября 2014 г. С- 63-63.

9. Киргизов А. К. «Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере Республики Таджикистан)»: дис...канд.техн.наук : 05.14.02 / Киргизов Алифбек Киргизович. — Н., 2017. — 178 с.

10. Официальный сайт компании «Памир Энерджи» [Сайт]. – URL: <http://www.pamirenergy.com/services/productio n/>.(Дата обращения: 04.05.2017).

11. Шведов Г.В. Структурный анализ потерь электроэнергии в электрических сетях 35–500 кВ Республики Таджикистан / Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Х.Б. Назиров// Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №1 (41). 2018. С. 73–85.

12. Назиров Х.Б. «Разработка системы управления качеством электрической энергии в электрических сетях»: дис...канд. техн.наук: спец. 05.14.02 / Назиров Хуршед Бобоходжаевич. — М., 2012. — 201 с.

13. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Сайт]. – URL: <http://www.stat.tj/ru/analytical-tables/real-sector/>.(Дата обр.: 03.06.2017).

14. Информация за 2015 года Энергетическая компания (ОАХК) «Барки Точик». (Дата обращения: 04.07.2016).

15 Чоршанбиев С.Р. Расчет потерь электроэнергии в высоковольтных городских электрических сетях г. Душанбе Республики Таджикистан / С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов // Сборник трудов Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии (ПЭЭЭ-2017) V Всероссийская научно-техническая конференция (к 50-летию юбилею кафедры «Электроснабжение и электротехника» Института энергетики и электротехники) ТГУ. г. Тольятти, 01-06 ноября 2017 г., – С. 178 –183.

16. Шведов Г.В. Анализ потерь электроэнергии в городских электрических сетях напряжением 6-10 кВ г. Душанбе Республики Таджикистан / Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, М.У. Холматова// Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №2 (42). 2018. С. 36–42.

17. Шаров Ю.В., Тульский В.Н., Джураев Ш.Дж., Иноятов Б.Дж., Чоршанбиев С.Р. Инструментальная оценка качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан // Управление качеством электрической энергии. Сборник трудов международной научно-практической конференции.



- 23-25 ноября 2016 г. - Москва: ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2016. С. 219-226.

18. Укрепление сотрудничества стран Средней Азии в использовании передовых технологий в энергоэффективности и возобновляемых источниках энергии [Электронный ресурс] / Кузьмич В.В. – Проект Европейской Экономической Комиссии ООН, 2013. – Режим доступа: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gee21/projects/Stre\\_Cooperation.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/gee21/projects/Stre_Cooperation.pdf).

19. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / под ред. А. Каюмова, В.Новикова – Душанбе, 2014. – 167.

20. Оценка ситуации, связанной с нехваткой энергии для населения в Таджикистане: отчёт исследования в области энергетики 88837/ The World Bank (Всемирный Банк), 2014. 104 с.

21. Central Asia Regional Economic Cooperation: Power Sector Regional Master Plan: Final Report / Fichtner GmbH & Co. KG. – Stuttgart, Germany. Project Number: 43549/ Volume 1 – 2012. –536 pp.

22. Назирова Х.Б., Халимджанова М.К., Чоршанбиев С.Р., Сангов Х.С. «Анализ потребления электроэнергии по отраслям Республики Таджикистан», / материалы Республиканской научно-практической конференции: «Электроэнергетика, гидроэнергетика, надежность и безопасность» г.Душанбе, 24 декабря 2016 г., – С. 63 – 64.

23. Местный исполнительный орган государственной власти в городе Душанбе [Официальный сайт] <http://www.dushanbe.tj> (дата обращения 19.02.2018).

24. Официальный сайт «Википедия» [электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. Худжанд, (Дата обращения: 18.12.2016).

25. Официальный сайт «Википедия» [электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. Курган-Тюбе (Дата обращения: 18.12.2016).

26. Таджикистан: углубленный обзор энергоэффективности [Электронный ресурс] / Секретариат Энергетической Хартии // Boulevard de la Woluwe, 56 B-1200 Brussels, Belgium, 2013г. – Режим доступа: [http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/IDEER/IDEER-Tajikistan\\_2013\\_ru.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/IDEER/IDEER-Tajikistan_2013_ru.pdf).

## ТАҲЛИЛИ ИСТЕҲСОЛ, ИНТИҚОЛ ВА ИСТЕЪМОЛИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ШИРКАТИ ЭНЕРГЕТИКИИ МИЛЛИИ ШСХК «БАРКИ ТОЧИК»-И ҶУМҲУРИИ ТОЧИКИСТОН

*С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов*

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳлили истеҳсол, интиқол ва истеъмоли энергияи электрикӣ дар ширкати энергетикӣ миллии ШСХК «Барки Тоҷик»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудаанд.

Тавсифи кӯтоҳи таъсис ва динамикаи инкишофи системаи электроэнергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон дода шудааст. Манбаъҳои асосии энергияи электрикӣ навишта шудааст. Динамикаи истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳлил карда шудааст. Маълумот аз рӯи миқдор ва тавоноии трансформаторҳои зеристгоҳҳои пасткунанда ва тӯли хатҳои интиқоли энергияи электрикӣ аз рӯи шиддатҳои 0,4-500 кВ оварда шудаанд. Истеъмоли энергияи электрикӣ дар тамоми Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ҳамчунон дар байни истеъмолкунандагони шиддатҳои гуногун таҳлил карда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** истеҳсоли энергияи электрикӣ, хатҳои интиқоли энергияи электрикӣ, трансформатор, истеъмоли энергияи электрикӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

## ANALYSIS OF THE POWER GENERATED, TRANSMITTED AND CONSUMED IN THE NATIONAL ELECTRICITY COMPANY OSHC «BARKI TOJIK» OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

*S.R. Chorshanбиеv, G.V. Shvedov*

This article describes the results of the analysis of the power generated, transmitted and consumed in the national electricity company OSHC "Barki Tojik" of the Republic of Tajikistan.

A brief description of the creation and the development of the electric power system of the Republic of Tajikistan is given in this paper. The main sources of electrical energy are decommissioned. The growth of electricity production in the Republic of Tajikistan is analyzed. Data about the number and installed capacity of transformers in the stepdown substations and the length of transmission lines in the Republic of Tajikistan, classified by the voltage level from 0.4-500 kV, is provided. The consumption of electrical energy is analyzed for

the whole of the Republic of Tajikistan and for different classes of consumers.

**Key words:** generation of electrical energy, transmission line, transformer, consumption of electrical energy, Republic of Tajikistan.

**Сведения об авторах:**

Чоршанбиев Сироджиддин Ражаббекович – аспирант кафедры «Электроэнерге-

тические системы» Национального исследовательского университета «МЭИ». E-mail: sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru

Шведов Галактион Владимирович – к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Электроэнергетические системы» Национального исследовательского университета «МЭИ». Научная специализация – потери электроэнергии в электрических сетях. E-mail: shvedovgv@mpei.ru

**РАЗРАБОТКА ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГИДРОТУРБИНА ПЛ40 И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ПУЛЬСАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**С.Ш. Курбонализода, А.А. Гулахмадов, З.В. Кобулиев**

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ*

*В статье проведены результаты исследования по расчёту эффективности использования поворотно-лопастной гидротурбины ПЛ40 для обеспечения стабильной работы энергосистемы в «бережном» режиме оборудования ГЭС. Проведена оптимизация выбора основных геометрических параметров элементов проточной части на стадии её проектирования и выявлена эффективность применения гидротурбины ПЛ40.*

**Ключевые слова:** гидротурбины, коэффициент полезного действия (КПД), гидроэлектростанция (ГЭС), поворотно-лопастная (ПЛ), рабочее колесо (РК), мощность, эффективность.

Проводимые исследования относятся к инновационным проектам, эффективность которых определяется проводимой модернизацией рассматриваемой машины для гидротурбин.

Основными задачами энергетической стратегии являются:

- создание условий для постоянного и качественного удовлетворения спроса на электроэнергию;

- снижение удельных затрат в производстве и использовании электроэнергии за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования;

- наполнение энергосистем маневренными гидроэнергетическими мощностями, для того чтобы практически в полном объеме взять на себя регулирующие функции в энергосистеме. Это обеспечит стабильную работу энергосистемы в «бережном» режиме оборудования ТЭС и ГЭС.

Одним из путей повышения работоспособности и производительности ГЭС является использование поворотно-

лопастной гидротурбины ПЛ40, исходные данные которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Исходные данные

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Мощность ГЭС    | $N_{ГЭС} = 690$ МВт |
| Число агрегатов | $z = 6$             |
| Напоры:         |                     |
| Максимальный    | $H_{max} = 38,3$ м  |
| Расчётный       | $H_p = 34,3$ м      |
| Минимальный     | $H_{min} = 30,2$ м  |

**Выбор диаметра рабочего колеса:**

Определяем мощность гидроагрегата:

$$N_{га} = \frac{N_{ГЭС}}{z} \quad (1)$$

где  $N_{ГЭС}$  - мощность ГЭС;  $z$  – число

агрегатов:  $N_{га} = \frac{690}{6} = 115,0$  МВт.

Определяем расчетную мощность гидротурбины:

$$N_p = \frac{N_{га}}{\eta_{ген}} \quad (2)$$

где  $\eta_{ген}$  - КПД генератора,

$$\eta_{ген} = 0,955 : N_p = \frac{115,0}{0,955} = 120,41 \text{ МВт.}$$

За прототип принимаем гидротурбину ПЛ 40 с универсальной характеристикой ПЛ40/800-В-46.

Определяем диаметр рабочего колеса гидротурбины:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N_p}{9,81 \cdot H_p \cdot \sqrt{H_p} \cdot Q_{I_p} \cdot \eta_n}} \quad (3)$$

где  $D_1$  - диаметр рабочего колеса, м;

$N_p$  - расчётная мощность, кВт;

$Q'_{1p}$  - приведённый расход в расчётной точке, м<sup>3</sup>/с;

$H_p$  - расчётный напор, м;

$\eta_n$  - КПД натурной турбины в расчётной точке принимаем  $\eta_n = 0,93$ , а потом его уточняем.

Для поворотно-лопастной турбины величину приведенного расхода берём правее оптимума универсальной характеристики, а приведенные обороты на  $3 \div 5$  мин<sup>-1</sup> выше оптимума характеристики. Правильность выбора приведенного расхода определяется допустимым значением высоты отсасывания  $H_s$ . Для гидротурбины ПЛ 40 отрицательное значение высоты отсасывания не должно превышать значения - 8 м. Принимаем  $Q'_{1p} = 1,3$  м<sup>3</sup>/с и  $n'_{1p} = 130$  мин<sup>-1</sup> (рис. 1).

$$D_1 = \sqrt{\frac{120,41 \cdot 10^3}{9,81 \cdot 34,3 \cdot \sqrt{34,3} \cdot 1,3 \cdot 0,93}} = 7,11 \text{ м.}$$

Полученное значение диаметра округляем до нормализованного  $D_1 = 7,1$  м.

Уточняем КПД натурной турбины в расчётной точке:

$$\eta_{np} = 1 - \left( (1 - \eta_{mp}) \cdot \left( (1 - \chi) + \chi \cdot \sqrt[5]{\frac{Re_m}{Re_n}} \right) \right), \quad (4)$$

где  $\eta_{mp}$  - КПД в расчётной точке модельной гидротурбины;  $\eta_{mp} = 0,9102$ ;

$\chi$  - доля потерь, которые пересчитываются ( $\chi = 0,75$ );

$D_{1m}$  - диаметр модельного рабочего колеса, м;  $D_{1m} = 0,46$  м;

$Re_m = \frac{D_{1m} \sqrt{H_m}}{v_m}$  - число Рейнольдса для модельной гидротурбины;

$H_m$  - напор на модельной турбины м;  $H_m = 4$  м;

$Re_n = \frac{D_{1n} \sqrt{H_n}}{v_n}$  - число Рейнольдса для натурной гидротурбины:

$V_m, V_n$  - кинематический коэффициент вязкости модельной и натурой турбины, соответственно (так как  $t_m = t_n = 10^0$  С, то  $V_m = V_n$ ):

$$\eta_{np} = 1 - ((1 - 0,9102) \cdot ((1 - 0,75) + 0,75 \cdot 0,4666)) = 0,9465$$

Принятая расчётная точка ( $Q'_{1p} = 1300$  л/с) не совпадает с вычисленными значениями  $D_1$  и  $\eta_{np}$ .

$$\frac{Re_m}{Re_n} = \frac{v_n \cdot D_{1m} \cdot \sqrt{H_m}}{v_m \cdot D_{1n} \cdot \sqrt{H_n}} = \frac{D_{1m} \cdot \sqrt{H_m}}{D_{1n} \cdot \sqrt{H_n}}, \quad (5)$$

$$\frac{Re_m}{Re_n} = \frac{0,46 \cdot \sqrt{4}}{7,1 \cdot \sqrt{34,3}} = 0,02212 \quad (6)$$

$$\sqrt[5]{\frac{Re_m}{Re_n}} = \sqrt[5]{0,02212} = 0,4666 \quad (7)$$

Уточняем положение расчётной точки. Уточненная расчётная точка имеет следующие координаты  $Q'_{1p} = 1280$  л/с и  $\eta_{np} = 0,9103$ .

**Определение синхронной частоты вращения гидротурбины.** Определение синхронной частоты вращения гидротурбины проводится по известным величинам расчётного напора и принятым значениям приведённых оборотов  $n'_{1p}$  и диаметра рабочего колеса  $D_1$ :

$$n = \frac{n'_{1p} \cdot \sqrt{H_p}}{D_1}, \quad (8)$$

где  $n'_{1p}$  - приведённые обороты в расчётной точке, мин<sup>-1</sup>.

$$n = \frac{130 \sqrt{34,3}}{7,1} = 107,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Полученное значение  $n$  округляем до синхронного значения, равного  $107,1$  мин<sup>-1</sup>.

Уточняем значения приведённых расчётных оборотов:

$$n'_{1p} = \frac{n \cdot D_1}{\sqrt{H_p}}, \quad (9)$$

$$n'_{1p} = \frac{107,1 \cdot 7,1}{\sqrt{34,3}} = 129,84 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем поправку на частоту вращения натурной гидротурбины:

$$\Delta n'_I = n'_{Ioptm} \left( \sqrt{\frac{\eta_{noptm}}{\eta_{moptm}}} - 1 \right), \quad (10)$$

где  $\eta_{noptm}$  - КПД натурной турбины в оптимуме;

$\eta_{moptm}$  - КПД модельной турбины в оптимуме;  $\eta_{noptm} = 0,913$ .

$$\eta_{noptm} = 1 - ((1 - 0,913) \cdot ((1 - 0,75) + 0,75 \cdot \sqrt[5]{0,02212})) = 0,9478$$

$$\Delta n'_I = 125,5 \left( \sqrt{\frac{0,9478}{0,913}} - 1 \right) = 2,37 \text{ мин}^{-1}.$$

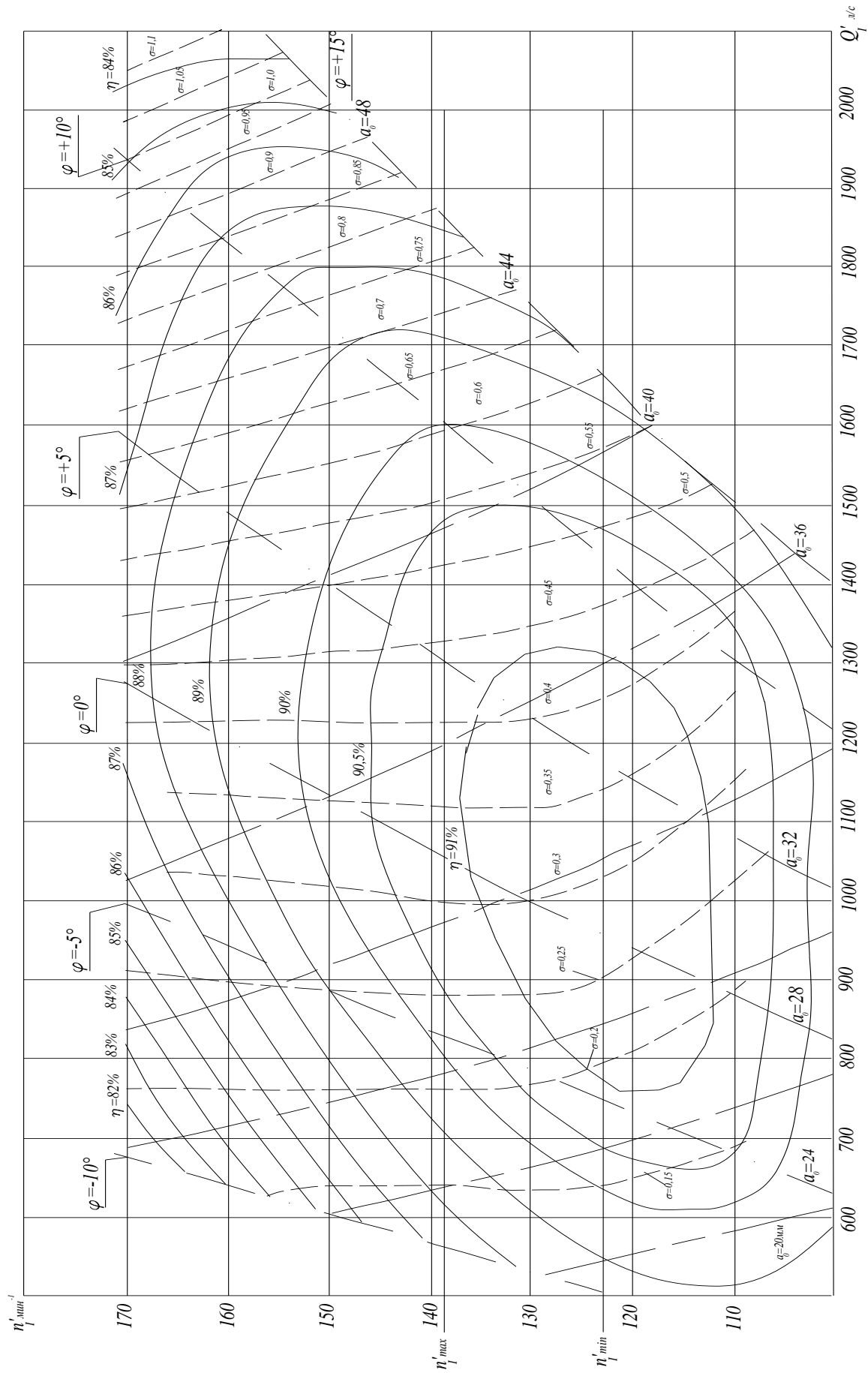


Рис. 1. Универсальная характеристика гидротурбины ПЛ 40/800-В-46

Поправка на  $\Delta n'_I = 2,37$ , что составляет меньше 3% и в дальнейшем расчёте не учитывается.

Определяем значения приведенных оборотов при максимальном и минимальном напорах:

$$n'_{I_{min}} = \frac{n \cdot D_1}{\sqrt{H_{max}}}, \quad (11)$$

$$n'_{I_{min}} = \frac{107,1 \cdot 7,1}{\sqrt{38,3}} = 122,87 \text{ мин}^{-1};$$

$$n'_{I_{max}} = \frac{n \cdot D_1}{\sqrt{H_{min}}}, \quad (12)$$

$$n'_{I_{max}} = \frac{107,1 \cdot 7,1}{\sqrt{30,2}} = 138,37 \text{ мин}^{-1}.$$

Приведенные обороты  $n'_{I_{min}}$  и  $n'_{I_{max}}$  соответствуют максимальному и минимальному напорам турбины, удовлетворительно охватывают центральную зону универсальной характеристики, что свидетельствует о том, что выбор диаметра и частоты вращения выполнен правильно.

#### Расчёт допустимой высоты отсасывания.

Установка гидротурбины в здании гидроэлектростанции и её расположение относительно уровня воды у нижнего бьефа определяется, как правило, величиной допустимой высотой отсасывания, вычисленной для режима номинальной (расчетной) мощности турбины при расчётном напоре и заданной отметке  $\nabla$  НБ:

$$H_s = H_{атм} - H_d - \sigma_T H_p - \frac{\nabla}{900} - 1,5, \quad (13)$$

где

$H_{атм}$  –  $H_d$  – разница между атмосферным давлением и давлением парообразования ( $H_{атм} - H_d = 10,09$  м);

$\sigma_T$  – коэффициент кавитации в расчётной точке,  $\sigma_m = 0,036$ ;

$\nabla$  – отметка расположения гидротурбины относительно уровня моря (условно  $\nabla = 0$ ); 1,5 м – запас на высоту отсасывания, который учитывает погрешности кавитационных испытаний модели:

$$H_s = 10,09 - 0,42 \cdot 34,3 - 1,5 = 5,8 \text{ м}.$$

#### Построение рабочих и эксплуатационной характеристик гидротурбины ПЛ 40.

Эксплуатационная характеристика является важным документом, с помощью

которого осуществляется контроль за правильной эксплуатацией гидротурбины на ГЭС. Эксплуатационную характеристику турбины строим, используя универсальную характеристику гидротурбины прототипа ПЛ 40/800-В-46.

#### Расчет эксплуатационной характеристики.

Расчёт характеристики выполнен для трёх напоров:  $H_{max}$ ,  $H_p$  и  $H_{min}$  с применением программы кафедры гидромашин. Программа составлена на языке Фортран. В программе [1]:

КПД пересчитывается по формуле (1.4):

$$\eta_n = 1 - \left[ (1 - \eta_m) \cdot \left( (1 - \chi) + \chi \cdot \sqrt[5]{\frac{Re_m}{Re_n}} \right) \right] \quad (14)$$

Мощность  $N_n$  натурной турбины определяется по формуле:

$$N_n = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_n = 9,81 \cdot D_1^2 \cdot H \cdot \sqrt{H} \cdot Q'_I \cdot \eta_n \quad (15)$$

При пересчёте принимаем  $Q'_{In} = Q'_{Im}$ .

Высота отсасывания  $H_s$  отсчитывается от средней линии направляющего аппарата до уровня нижнего бьефа и определяется по формуле (1.16):

$$H_s = H_{атм} - H_d - \sigma_T H_p - \frac{\nabla}{900} - 1,5 \quad (16)$$

Для расчёта эксплуатационной характеристики необходимы исходные данные, которые представлены на распечатке  $Q'_I$ ,  $\sigma_T$ ,  $\eta_m$  для напоров  $H_{min}$ ,  $H_p$ ,  $H_{max}$ .

#### Построение эксплуатационной характеристики.

По результатам расчёта строим эксплуатационную характеристику. Для этого сначала необходимо построить рабочие характеристики для натурной турбины  $\eta = f(N)$  для трех напоров:  $H_{max}$ ,  $H_p$  и  $H_{min}$  при постоянной частоте вращения (рис. 2).

Для этого рассекаем рабочие характеристики горизонтальными линиями  $\eta = const$ , которые проводим с интервалом 1%. Точки равных КПД переносим на поле эксплуатационной характеристики и соединяем плавными кривыми, в результате получаем линии равных КПД (рис. 4).

Строим кривые  $H_s = f(N)$  для заданных напоров (рис. 3). Рассекаем кривые  $H_s = f(N)$  горизонтальными линиями

через интервал 2 м, определяем величины мощностей при разных напорах, для которых  $H_s = const$ . Полученные точки переносим на поле эксплуатационной характеристики и строим кривые  $H_s = const$ .

Значения высоты отсасывания при расчётном режиме определяем отметкой установки турбины (см. рис. 2 и значения  $H_s$  в расчётной точке).

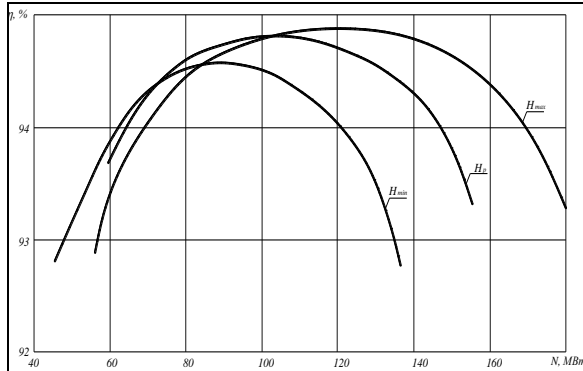


Рис. 2. Рабочие характеристики  $\eta = f(N)$  для гидротурбины ПЛ 40-В-710.

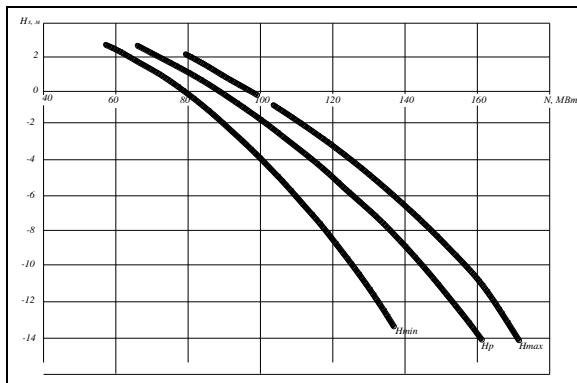


Рис. 3. Зависимости  $H_s = f(N)$  для гидротурбины ПЛ 40-В-710.

Построение линии ограничения мощности гидротурбины (рис. 4). Линия ограничения мощности складывается из двух участков - вертикального; наклонного. Вертикальный отрезок от расчётного до максимального напора представляет ограничение мощности турбины по выбранной номинальной мощности гидрогенератора. Наклонный участок от расчётного до минимального напора – это ограничение мощности самой турбины.

Определяем величину  $Q'_I$  в точке пересечения линией  $n'_{imax} = const$  с линией  $a_{0p} = const$ . В этой точке  $Q'_I = 1,15 \text{ м}^3/\text{с}$ ,

то  $\eta_M = 0,949$ . Определяем мощность натурной турбины при минимальном напоре:

$$N_p = 9,81 \cdot D_1^2 \cdot H_{min} \cdot \sqrt{H_{min}} \cdot Q'_I \cdot \eta_H, \quad (17)$$

$$N_p = 9,81 \cdot 7,1^2 \cdot 30,2 \cdot \sqrt{30,2} \cdot 1,15 \cdot 0,949 = 96,2 \text{ МВт.}$$

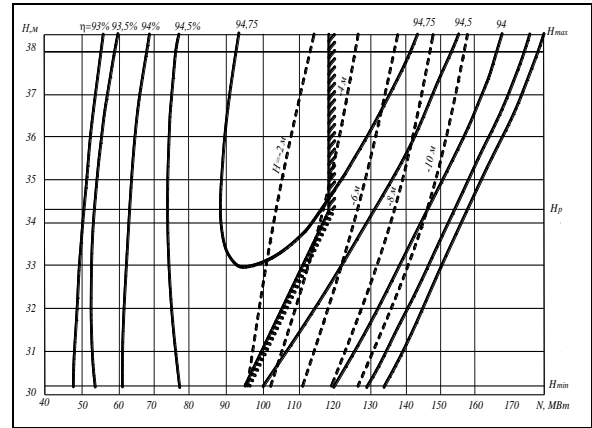


Рис. 4. Эксплуатационная характеристика гидротурбины ПЛ 40-В-710.

Расчёт эффективности показал, что затраченные средства будут возвращены за 0,24 года.

#### Выводы.

1. При использовании поворотно-лопастной гидротурбины ПЛ-40 с его пульсационной характеристикой и на основании полученных данных рассчитывали основной критерий эффективности с сопоставлением расчётных значений с нормативными. В результате этого сопоставления можно судить о приемлемости или неприемлемости проекта, т.е. когда  $T_{возвр.} \leq T_{расч.}$ , то можно прийти к выводу о том, что средства будут возвращены за 0,24 года.

2. Проведённые исследования показали, что дальнейшее усовершенствование проточной части высоконапорной гидротурбины требует получения более точной информации о влиянии геометрических параметров на энергетические показатели. Знание таких закономерностей дает возможность решить задачу оптимизации выбора основных геометрических параметров элементов проточной части на стадии её проектирования.

#### Литература:

1. Аксенов А.А. Пакет прикладных программ Flow Vision / А.А. Аксенов, А.В. Гудзовский // М.: МФТИ., сер. Аэрофизика и прикладная математика. – 1998. – С. 45–56

2. Барлит В.В., Бородаевский В.В., Яковлева Л.К. Методические указания к курсовой работе, к курсовому и дипломному проектам по гидротурбинам и обратимым гидромашинам «Выбор типа гидротурбины, насос-турбины при помощи универсальных характеристик, определение основных параметров и построение ее эксплуатационной характеристики с использованием ЭВМ», Харьков, ХГПУ, 1994.

3. Справочник по гидротурбинам. Под общей редакцией Н.Н. Ковалева. Л.: Машиностроение, 1984.

4. Ковалев Н.Н. Проектирование гидротурбин. Л.: Машиностроение, 1974.

### КОРКАРДИ ҚИСМАТИ ОББРАНДАИ ГИДРОТУРБИНАИ ПЛ40 ВА ТАДҚИҚИ ТАВСИФОТИ ПУСАТСИОНИИ ОН

*С.Ш. Қурбонализода, А.А. Гулаҳмадов, З.В. Кобулиев*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба ҳисоби самаранокии истифодаи гидротурбинаи болақавӣ-тобхӯрандаи ПЛ40 ҷиҳати таъмини қори мунтазами энергосистема дар низоми «эҳтиётӣ»-и таҷҳизоти НБО мавриди назар қарор гирифтааст. Оптимизатсияи интиҳои параметрҳои асосии геометрии элементҳои қисмати оббаранда дар марҳилаи лоиҳабандӣ муайян гардид ва самаранокии истифодаи гидротурбинаи ПЛ40 зоҳир гардид.

**Калимаҳои калидӣ:** гидротурбинаҳо, коэффиенти қори ғоиданок (ККФ), нуруғоҳи барқи обӣ (НБО), болақавӣ-тобхӯранда (БТ), чархи қорӣ (ЧК), тавоноӣ, самаранокӣ.

### К ВОПРОСУ ИНТЕГРАЦИИ ВЕТРОВЫХ ТУРБИН С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ В ГОРОДСКУЮ СРЕДУ

*Ф.М. Рахимов<sup>1</sup>, Н.В. Силин<sup>1</sup>, А.К. Кургизов<sup>2</sup>, И. Толибзод<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Статья посвящена оценке ветропотенциала городской среды и определению эффективности условий размещения ветрогенераторов с вертикальной осью. Также рассмотрено движение воздушных масс на поверхности земли в зависимости от шероховатости рельефа. Рассмотрены основные вопросы определения потенциала в зависимости от типа и высоты строения в городской черте. Приведены возникновения турбулентности и их влияние на работу ветровых турбин. Даны рекомендации по

### DEVELOPMENT AT THE FLOW PART OF HYDROTURBINES PL40 THE STUDY OF THE PULSATION CHARACTERISTICS

*S.Sh. Qurbonalizoda, A.A. Gulakhmadov, Z.V. Kobuliev*

The article presents the results of a study on the calculation of the efficiency of the rotary vane hydraulic turbine PL40 usage to ensure the power system stable operation in the safe mode of hydroelectric power equipment. The optimization of the main geometric parameters of the flow part elements at the design stage was carried out and the efficiency of the PL40 hydroturbine was revealed.

**Key words:** hydraulic turbine, coefficient of performance (COP), the hydroelectric power plant (HPP), rotary vane hydraulic turbine, the impeller drive, power, efficiency.

#### Сведения об авторах:

Курбонализода Саидабдулло Шамсулло – соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ. Тел: +992 918 80 36 63, +992 555 55 20 44, e-mail: [said\\_harkov@mail.ru](mailto:said_harkov@mail.ru).

Гулаҳмадов Аманджон Абдуджабборович – докторант Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ. Тел. +992 981061551 e-mail: [waterandenergy@list.ru](mailto:waterandenergy@list.ru)

Кобулиев Зайналобудин Валиевич – д.т.н., профессор, чл.-корр. АН РТ, Директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ. Тел. +992 2222 321 e-mail: [kobuliev@mail.ru](mailto:kobuliev@mail.ru)

выбору места установки ветротурбин на определенном уровне от земли.

**Ключевые слова:** город, среда, ветер, режим, оценка ветропотенциала, ветровые установки, скорость ветра.

В настоящее время специалисты все больше внимания уделяют вопросам использования ветроустановок в городской среде. При этом активно обсуждаются преимущества и недостатки ветровых энергетических установок с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Существует

несколько примеров реализации таких проектов.

Большинство ветряных турбин, установленных в городской среде, были разработаны для сельских районов или для открытой местности.

Изучение специфики городского ландшафта позволяет выявить места для установки турбин с точки зрения её наиболее эффективной эксплуатации. Таковыми являются зоны устойчивых ветровых потоков, области турбулентности.

Оценка ветропотенциала городской среды с точки зрения эффективности использования ветроустановок является многофакторным сложным процессом. Для оценки ветропотенциала городской среды специалистами в первую очередь рассматривается движение воздушных масс по поверхности земли, где подстилающая поверхность по «шероховатости» разделена на следующие уровни [1,2]:

*макроуровень* - до 200 м над поверхностью земли на движение воздуха оказывает влияние в основном высокоэтажная застройка;

*мезоуровень* - до 25 м (оказывает влияние вся застройка высокоэтажная, среднеэтажная, частично малоэтажная);

*микроуровень* - до 3 м (оказывают влияние высокоэтажная, среднеэтажная и малоэтажная застройки, а также элементы благоустройства и озеленения).

Следует отметить, что такая градация подстилающей поверхности по шероховатости в нижнем приземном ярусе воздушных масс соответствует основным уровням аэрационного режима как слагающие городского микроклимата, которые являются исходными данными для оценки ветроэнергетического потенциала.

Для количественной оценки ветропотенциала городской среды целесообразно использовать, как природные и антропогенные показатели, так и такие понятия, как плотность шероховатости, интенсивность турбулентных потоков и др. Все эти показатели напрямую или косвенно позволяют оценить производительность турбины.

Производительность ветровой турбины в первую очередь зависит от скорости и интенсивности повторения ветра. Важным показателем макрометеорологических изменений скорости ветра является его среднее значение  $\bar{V}$ , определяемое по формуле

$$\bar{V} = \frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^{N_s} (|V_{(i)}|) \quad (1)$$

где

$N_s$  - количество измерений скорости ветра,  $V_{(i)}$  - измеренное значение скорости ветра.

На производительность турбины значительное влияние оказывает турбулентность в ветровом потоке. Интенсивность турбулентности ( $TI$ ) потока определяется как

$$TI = \frac{\sigma_v}{\bar{V}}, \quad (2)$$

где

$\bar{V}$  - среднее значение скорости ветра,  $\sigma_v$  - стандартное отклонение наблюдаемого ветра в горизонтальной плоскости, определяемое выражением

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{N_s-1} \sum_{i=1}^{N_s} (|V_{(i)}| - \bar{V})^2} \quad (3)$$

Турбулентность обусловлена двумя взаимосвязанными процессами, которые обуславливают появление двух составляющих свободной и принудительной.

Турбулентные потоки в городской среде во многом зависят от взаимного расположения зданий, определяемого понятием морфология городской застройки. Кроме того, турбулентность в большей степени определяется расположением зданий по направлению к ветру.

Сложная морфология, встречающаяся в городской среде, приводит к изменению структуры потока и турбулентности в атмосфере в отличие от потока над «идеальными или однородными» поверхностями. При встрече потока ветра с препятствием происходит его сдвиг, и это может быть представлено в виде логарифмического профиля ветра вблизи поверхности земли (рис. 1), описываемого как

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left( \frac{z-d}{z_0} \right), \quad (4)$$

где

$u$  - скорость ветра,  $z$  - высота и  $u_* = \sqrt{\tau/\rho}$  - величина, называемая скоростью трения, полученной из турбулентного возмущения  $\tau$  и плотности воздуха  $\rho$ , так как  $\tau$  приблизительно постоянна в инерциальном подслое,  $\kappa \approx 0,4$  постоянная В. Кармана,  $z_0$  - длина шероховатости,  $d$  - высота смещения.



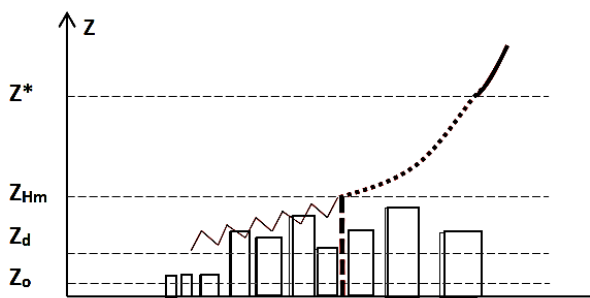


Рис. 1. Модель логарифмического профиля городской среды в зависимости от шероховатости: в пределах шероховатости подслоя ( $z^* < z < z_{Hm}$ ) в ветре преобладают турбулентные вихри.

Из формулы (4) можно видеть, что изменение высоты смещения  $d$  меняет эффективное начало, т.е. высоту, от которой измеряется перемещение профиля ветра (вверх или вниз), тогда как изменение значения  $z_0$  приводит к изменению значения скорости ветра на одну и ту же величину на всех высотах. Если известна средняя высота препятствий  $h$ , то можно  $z_0$  и  $d$  определить аналитическим путем, или выбрать средние значения приведенные в табл. 1.

$$z_0 = 0,1h; d = 2h/3$$

Влияние уплотнения элементов шероховатости на режимы потока может быть количественно оценено различными параметрами, например, такими как сумма всех площадей  $\lambda_p$ , охватываемых зданиями городской территории и суммой фронтальных площадей  $\lambda_f$  всех зданий нормальных к ветру [3].

$$\lambda_p = A_p/A_T$$

$$\lambda_f = A_f/A_T$$

где

$A_p$  – площадь занимаемой одним зданием,  $m^2$ ;  $A_f$  – фронтальная площадь зданий, нормальной к ветру,  $m^2$ ;  $A_T$  – общая площадь выбранного участка городской территории для оценки ветропотенциала,  $m^2$ .

Заметим, что  $\lambda_f$  зависит от направления ветра и  $\lambda_p < 1$ .

Смысл этих параметров проиллюстрирован на рис. 2, где показана простая квадратная матрица одинаковых элементов шероховатости кубической формы.

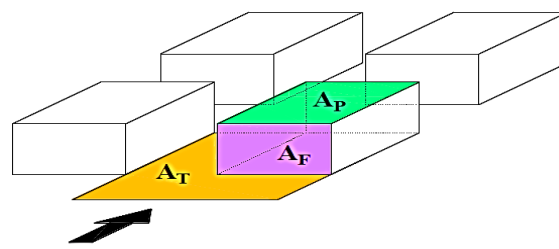


Рис. 2. Иллюстрация областей, учитывающих при расчете плотность площади.

С учетом этой простой геометрии поверхности можно предположить, что при значениях  $\lambda_p$ , приближающихся к 1, площадь поверхности элементов напоминает плоскую поверхность, которая является истинной поверхностью, поднятой на высоту  $h$ . То есть,  $d/h \approx 1$ , при  $\lambda_p \approx 1$ . Аналогичным образом, в определенных пределах увеличение сопротивления от более высоких зданий может переходить в возрастание  $z_0$  с увеличением  $\lambda_f$ .

Исходя из предположения, что существует логарифмический профиль ветра для  $z \geq h$ , можно получить аналитические формулы для зависимостей  $d/h$  и  $z_0/h$  от параметров  $\lambda_p$  и  $\lambda_f$  для площади поверхности элементов, состоящей из кубоидов [3]:

$$d/h = 1 - \frac{1 - \exp(-\sqrt{15\lambda_f})}{\sqrt{15\lambda_f}}$$

$$z_0/h = \left(1 - d/h\right) \exp\left[-\frac{\kappa}{\min(\sqrt{0.003+0.3\lambda_f}, 0.3)} + 0.193\right] \quad (5)$$

Зависимости между нормализованной высотой перемещения, длиной шероховатости и плотностью фронтальной площади по формуле (5) приведены на рис.3.

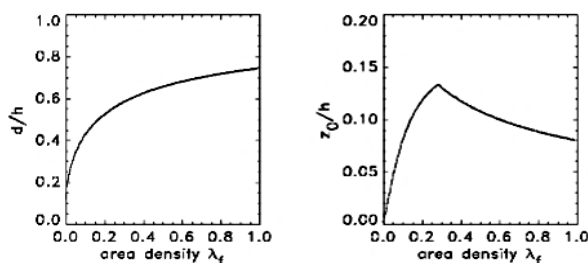


Рис. 3. Отношения между нормализованной высотой перемещения, длиной шероховатости и плотностью фронтальной площади [3].

В том случае когда плотность элементов шероховатости мала ( $\lambda_p \approx 0,1$ ), элементы шероховатости изолированы в том

смысле, что каждый из них находится за пределами основной зоны бокового воздействия по ветру. При промежуточных плотностях ( $0,1 < \lambda_p < 0,4$ ) наблюдаются взаимодействующие потоки, так что ветер не имеет места для восстановления своего ненарушенного профиля между одним элементом шероховатости и следующим. При наивысших плотностях ( $\lambda_p > 0,4$ ) происходит образование пенообразных-потоков, в которых элементы шероховатости блокируют ветер на уровне площади поверхности элементов, а эффективное начало профиля ветра смещается вверх до верхней части площади поверхности элементов. Эти режимы наглядно проиллюстрированы на рис. 4.

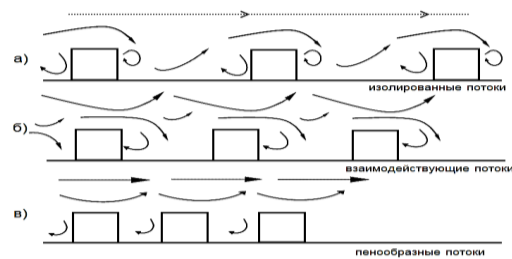


Рис. 4 Режимы потока для различных плотностей элементов шероховатости: (а) изолированные, (б) взаимодействующие, (в) пенообразные.

Значения, полученные методом морфометрического анализа, дают значения первого порядка для оценки разных категорий городского ландшафта, которые можно представить в следующем виде (табл. 1).

Таблица 1

Типичные аэродинамические свойства однородных зон в городской среде по высоте и плотности

|   | Форма городской поверхности  | h(м)  | z <sub>0</sub> (м) | d(м)  |
|---|--|-------|--------------------|-------|
| 1 | <b>Низкая высота и плотность</b><br>Жилые дома одно- или двухэтажные, сады, небольшие деревья. Смешанные дома и небольшие магазины. Склад, здание легкой промышленности, несколько деревьев.   | 5-8   | 0,3-0,8            | 2-4   |
| 2 | <b>Средняя высота и плотность</b><br>Жилые - двух- и трехэтажные большие тесные или отдельные, полуотдельные и ряд домов, большие деревья. Менее пятиэтажные многоквартирные дома с открытым окружением. Смешанные – районы с домами, магазинами, зданиями легкой промышленности, церквями, школами. | 7-14  | 0,7-1,5            | 3,5-8 |
| 3 | <b>Высокая и высокая плотность</b><br>Жилые - близко расположенные, менее шестиэтажных строевых и блочных зданий или основных объектов (заводских, университетские и т. д.), центр города.   | 11-20 | 0,8-1,5            | 7-15  |
| 4 | <b>Высотный</b><br>Городские центры или пригородные узлы с многоэтажными зданиями в плотной городской среде. Кампусы.  | >20   | >2,0               | >12   |

Существует множество проблем, связанных с установкой ветровых турбин в городскую среду. Прежде всего, эти проблемы связаны с тем, что из-за специфики городского ландшафта турбины, установленные ближе к поверхности земли, будут испытывать локальную турбулентность, характерную для конкретного участка. В настоящее время большинство ветряных турбин, установленных в городской среде, были разработаны для сельских районов или для открытой местности к ветру, а не для городской среды с высокой турбулентностью, низкой скоростью ветра и более частыми изменениями направления ветра.

В городской среде скорость ветра довольно низкая, однако проходы, образующиеся между зданиями, могут стать причиной его усиления до определенного значения. Между зданиями существуют разные виды проходов, в том числе проходы между параллельными зданиями, проходы между параллельными смещенными зданиями и проходы между перпендикулярными зданиями. Перпендикулярные здания либо сходятся, либо расходятся в зависимости от направления потока, делают горловину Вентури.

Согласно исследованиям, проведенным в [5, 6] были выявлены наиболее повторяющиеся скорости ветра в диапазоне

от 2 до 4 м/с на низких уровнях (мезо- и микроуровень) с достаточной турбулентностью. Также показано, что в основном усиление ветра происходит в центре прохода между параллельными зданиями на уровне 2 метра от земли. В зависимости от формы зданий с повышением высоты коэффициент усиления увеличивается в квадратных формах зданий до 25 – 30%, а в круглых формах зданий – до 40%. Максимальное усиление согласно результатам исследований [5] наблюдается в середине здания любой формы, тогда как на верхней части зданий имеющих круглую форму, усиление ветра не наблюдалось. Данные исследования четко показывают, что потенциал ветра между проходами здания можно использовать с помощью небольших ветровых турбин для производства энергии.

Основываясь на эти исследовательские работы, для оценки ветрового потенциала городской среды был выбран участок города Находки.

Выбранный участок расположен в равнинной местности и ее длина и ширина составляет 480/455. На участке находятся 27 зданий, большинство которых имеют высоту 14,5м. Здания расположены параллельно друг другу с различной шириной проходов. Здания расположенные на периферии участка, имеют преимущество для усиления ветра, так как ветер непосредственно проникает в проходы в невозмущенном состоянии. Используя метеорологические данные, которые находятся в свободном доступе, определяем характеристику розы ветров, которые измерены на метеорологических станциях на стандартной высоте 10 - 15м. (рис. 5) [7]. На рисунке 6 видно, что распределение скорости ветра имеет большое значение по восточной, южной и северо-западной сторонами участка.

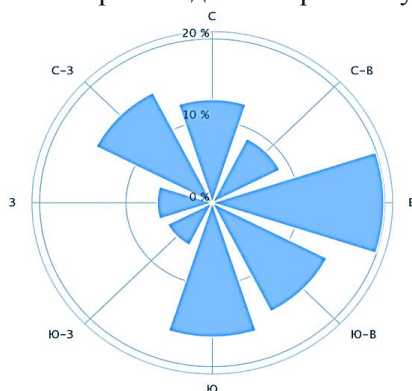


Рис. 5. Розы ветров в г. Находке за 2017г. [7].

Чтобы наблюдать усиление скорости ветра в проходах, измерения проводились

одновременно внутри прохода и свободного поля. Измерение скорости ветра произведено на высоте 2 м и на центральной линии прохода, с помощью переносного анемометра GM816 с диапазоном измерения от 0 – 30м/с. Измерения проводились в течение трех часов, а затем вычислялась средняя скорость ветра, так как ветер имеет прерывистый характер. Вне прохода скорость ветра для участка была взята из данных метеорологической станции местоположения за те же 3 часа, а затем с использованием формулы сдвига ветра она была рассчитана на высоте 2м.

$$v = v_{\text{ref}} \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_{\text{ref}}/z_0)}, \quad (6)$$

где

$v$  - скорость ветра на высоте  $z$  над уровнем земли;  $v_{\text{ref}}$  - эталонная скорость, то есть скорость ветра, которую мы уже знаем на высоте  $Z_{\text{ref}}$ ;  $\ln(\dots)$  - функция натурального логарифма;  $Z_{\text{ref}}= 10$  м - высота над землей, при которой измеряется текущая скорость ветра на метеорологической станции;  $z$  - высота над уровнем земли равной 2 м, а  $z_0$  - длина шероховатости в текущем направлении ветра.

Необходимо отметить, что на выбор участка для размещения ветровых установок также влияют ландшафт местности, тип и высота зданий, расположение разноэтажных зданий относительно друг друга, протяженность зданий, покрытие стен и др.

Условием для выбора участка является избегание зон ветровой тени, соответствующей (рис. 7 в), где встречаются наименьшие скорости ветров. В зависимости от высоты  $H$  и протяженности  $L$  зданий при направлении ветра под углом 90 градусов к фасаду наблюдается образование зон ветровой тени в противоположной стороне зданий (рис. 6).

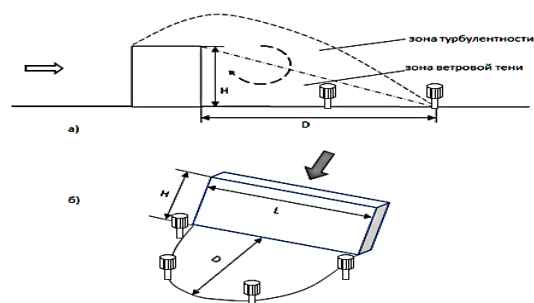


Рис. 6. Иллюстрация зоны ветровой тени и размещение ветроустановок

Для выбранного участка в зависимости от направления преобладающих роз ветров определяем зоны ветровой тени. Потом, наложив друг на друга эти карты с

теньями, определяем места, где при любом направлении ветра имеют относительно других участков наименьшую скорость ветра (рис. 7).

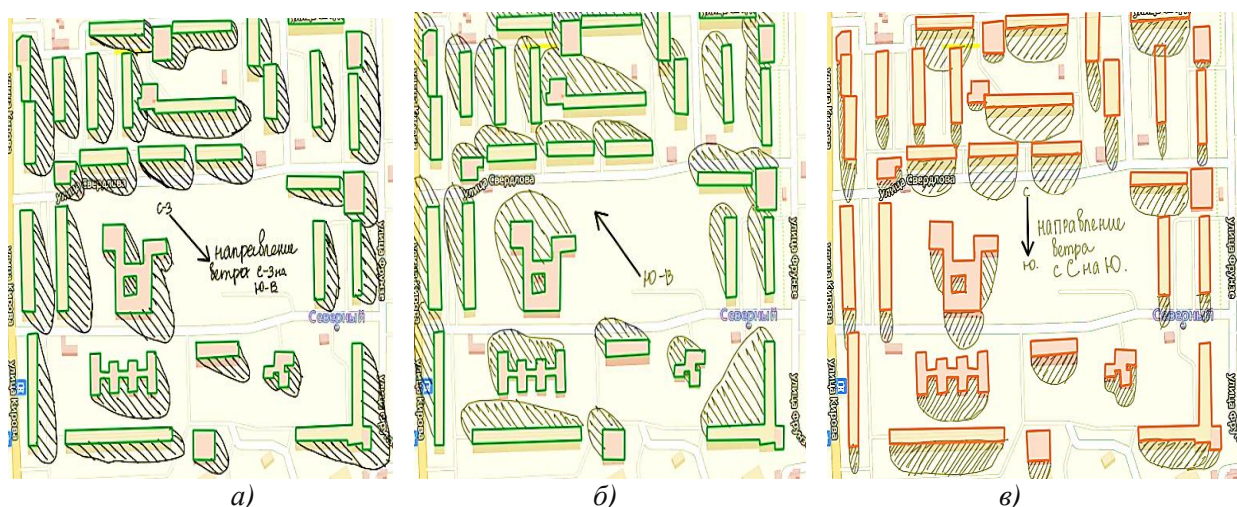


Рис. 7. План участка города Находки с указанием направления ветра и зон ветровой тени.

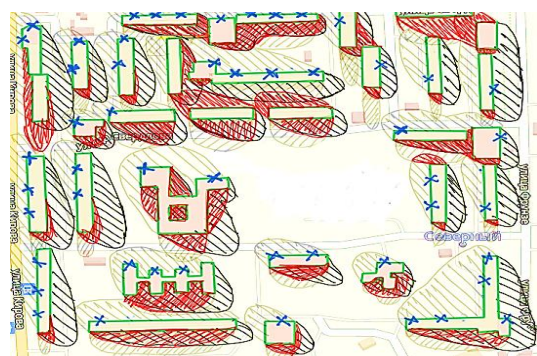


Рис. 8. Звёздочкой выделены места, где можно установить ветроэнергетическую установку. Красным цветом показаны зоны ветровой тени, где устанавливать ветроэнергетическую установку нежелательно.

Таким образом, о возможностях и перспективах использования ветроустановок в городской среде можно сделать следующий вывод, что наиболее перспективным является рассмотрение выбора мест установки на мезо – и микроуровнях с вертикально осевыми турбинами.

#### Литература:

1. Manusov V.Z. The effective use of Statcom in the electrical system of the republic of Tajikistan to reduce the losses of active power in the electric network / V.Z. Manusov, A.K. Kirgizov, Ja.S. Ahyoev // В сборнике: Труды XIII международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения». Proceedings: in 12 volumes . 2016. С. 60-63.

2. Егорычев О.О., Дуничкин И. В. Вопросы прогнозирования микроклимата городской среды для оценки ветроэнергетического потенциала застройки // Вестник МГСУ. – 2013. – №. 6.

3. Mertens S. Wind energy in the built environment: concentrator effects of buildings. – 2006.

4. Smith J. et al. Built-environment wind turbine roadmap. – National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2012. – №. NREL/TP-5000-50499.

5. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки. М.: ЦНИИП Градостроительства, 1986г.

6. Карта роза ветров города Находки Приморского края [электронный ресурс] режим доступа <https://world-weather.ru/archive/russia/nakhodka/> (дата обращения 06.06.2018г.)

7. Yuldashev Z. Renewables as factor of a sustainable development of rural territories of the republic of Tajikistan / Z.Yuldashev, R.Yuldashev, L. Kasobov, A. Kirgizov // Вестник Таджикского технического университета. 2014. № 2. С. 59.

8. Sekretarev Y. Modern State Problems and Prospects of Development of the Electric Power System of Tajikistan / Sekretarev Y, Sultonov Sh, Nazarov M. // PROCEEDINGS OF IFOST-2016, 11th International Forum on Strategic Technology. Novosibirsk State Technical University. 2016. p. 136-139.

**ОИД БА ИСТИФОДАИ ЯКҶОЯИ  
ТУРБИНАҶОИ БОДӢ БО НАВАРДИ  
АМУДӢ ДАР МУҶИТИ ШАҲР**

**Ф.М. Рахимов, Н.В. Силин,  
А.К. Киргизов, И.Толибзода**

Дар мақола оид ба ҳисоби иқтидори бод дар шаҳрҳо маълумоти муфассал оварда шудааст. Инчунин оид ба самти ҳаракати вазиши бод аз рӯи замин дар ҳудуди шаҳрҳо маълумот пешниҳод шудааст. Доир ба вазиши турбулентии бод, таъсири он ба турбинаҳои бодӣ ва вобастагии вазиши бод аз ҷойгиршавӣ ва баландии иншооти шаҳр фикрҳои муфид пешниҳод шудаанд. Дар мақола тавсияҳои муфиди техники дар бораи муайян кардани ҷойи насби турбинаҳои бодӣ дар ҳудуди шаҳр аз рӯи баландии вазиши бод дода шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** худуд, шаҳр, реча, вазиш, бод, иқтидор, суръат.

**TO THE QUESTION OF INTEGRATION  
OF WIND TURBINES WITH A VERTICAL  
AXIS IN THE URBAN MEDIUM**

**F.M. Rakhimov, N.V.Silin, A.K. Kirgizov,  
I. Tolibzoda**

The article is devoted to the assessment of the wind potential of the urban environment and the determination of the effectiveness of the condition of placing wind turbines with a vertical axis. Also considered the movement of air

masses on the surface of the earth, depending on the roughness of the relief. The main issues of determining the potential depending on the type and height of the structure within the city are considered. The occurrence of turbulence and their influence on the operation of wind turbines are given. Recommendations are given on the choice of the place of installation of wind turbines at a certain level from the ground.

**Key words:** urban environment, wind regime, wind potential assessment, wind installations, wind speed.

**Сведения об авторах:**

Силин Н.В – д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроэнергетика и электротехника» ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет». E-mail: silin22@mail.ru

Рахимов Ф.М – аспирант кафедры «Электроэнергетика и электротехника» ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет».

Киргизов А.К. – к.т.н. ст. преп. кафедры «Электрические станции» ТГУ имени академика М.С. Осими. E-mail: alifbek@mail.ru.

Толибзода И.– доторант PhD кафедры «Электрические станции» ТГУ имени академика М.С.Осими.

УДК 669.193

**ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ  
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА СВИНЦА С ВИСМУТОМ**

**А.М. Хайдаров, Б.Б. Эшов<sup>2</sup>, И.Н. Ганиев<sup>1</sup>, А.Г. Сафаров<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Центр исследования инновационных технологий при Академии наук Республики Таджикистан»

<sup>3</sup>Физико-технический институт имени С.У. Умарова АН Республики Таджикистан

В режиме «охлаждения» с применением компьютерной техники изучена температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций (энтальпии, энтропии, и энергии Гиббса) сплава свинца с висмутом. Установлено, что с ростом температуры теплоемкость, энтальпия и энтропия сплава свинца растут, а значение энергии Гиббса уменьшается.

**Ключевые слова:** сплавы свинца, висмут, теплоёмкость, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

**Введение**

Свинец широко применяют в производстве свинцовых аккумуляторов, для изготовления заводской аппаратуры, стойкой

в агрессивных средах. Основным недостатком свинцовых аккумуляторов является малый срок службы, особенно в условиях эксплуатации, связанной с вибрацией и их большим удельным весом. К числу главных причин, снижающих срок службы свинцовых аккумуляторов, относятся коррозия решёток положительного электрода и осыпание активной массы.

Кроме аккумуляторной техники большое количество свинца идёт на изготовление оболочек электрических кабелей, защищающих их от коррозии и механических повреждений. В связи с широким использованием свинца, его сплавов и соединений нами была выполнена

серия исследований, посвященных изучению термических, теплофизических и термодинамических свойств в широком диапазоне температуры [1,2].

В литературе имеются данные, относящиеся к плотности, коэффициенту объемного термического расширения, теплопроводности, вязкости и удельной изобарной теплоемкости свинца от температуры [3-5]. Данные о термодинамических функциях свинца от температуры в литературе не представлены.

### Теория метода и описание установки

Для измерения удельной теплоемкости сплавов в широкой области температур использовался закон охлаждения Ньютона – Рихмана. Всякое тело, имеющее температуру выше окружающей среды, будет охлаждаться, причем скорость охлаждения зависит от величины теплоемкости тела. Если взять два одинаковой формы металлических образца и охлаждать их от одной температуры, то по зависимости температуры образцов от времени можно найти теплоемкость одного образца, зная теплоемкость другого (эталона).

Количество тепла, теряемого объемом  $dV$  металла за время  $d\tau$ , равно

$$\delta Q = C_P^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV \cdot d\tau, \quad (1)$$

где  $C_P^0$  - удельная теплоемкость металла,

$\rho$  - плотность металла,

$T$  - температура образца (принимается одинаковым во всех точках образца, так как линейные размеры тела малы, а теплопроводность металла велика).

Величину  $\delta Q$  можно подсчитать, кроме того, по закону:

$$\delta Q = \alpha(T - T_0) \cdot dS \cdot d\tau, \quad (2)$$

где  $dS$  - элемент поверхности,

$T_0$  - температура окружающей среды,

$\alpha$  - коэффициент теплоотдачи.

Приравнявая выражения (1) и (2), получим

$$C_P^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV = \alpha(T - T_0) dS. \quad (3)$$

Количество тепла, которое теряет весь объем образца, равно

$$Q = \int_V C_P^0 \cdot \rho \frac{dT}{d\tau} \cdot dV = \int_S \alpha(T - T_0) dS. \quad (4)$$

Полагая, что  $C_P^0$ ,  $\rho$  и  $\frac{dT}{d\tau}$  не зависят от координат точек объема, а  $\alpha$ ,  $T$  и  $T_0$  не зависят от координат точек поверхности образца, можно написать:

$$C_P^0 \cdot \rho \cdot V \frac{dT}{d\tau} = \alpha(T - T_0) S, \quad (5)$$

или

$$C_P^0 \cdot m \frac{dT}{d\tau} = \alpha(T - T_0) S, \quad (6)$$

где

$V$  - объем всего образца, а  $\rho \cdot V = m$  - масса,

$S$  - площадь поверхности всего образца.

Соотношение (6) для двух образцов одинакового размера при допущении, что  $S_1 = S_2$ ,  $T_1 = T_2$ ,  $\alpha_1 = \alpha_2$  пишется так:

$$C_{P_1}^0 = C_{P_2}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1} = C_{P_2}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{(\Delta T)_2}{(\Delta T)_1}. \quad (7)$$

Следовательно, зная массы образцов  $m_1$  и  $m_2$ , скорости их охлаждения и удельную теплоемкость эталона  $C_{P_1}^0$ , можно вычислить скорости охлаждения и удельную теплоемкость исследуемого образца  $C_{P_2}^0$  по уравнению:

$$C_{P_2}^0 = C_{P_1}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (8)$$

где

$m_1 = \rho_1 V_1$  - масса первого образца,

$m_2 = \rho_2 V_2$  - масса второго образца,

$\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1, \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2$  - скорости охлаждения эталона и изучаемого образца при данной температуре.

Целью данной работы является определение удельной теплоемкости сплава свинца с висмутом по известной удельной теплоемкости эталонного образца из свинца.

Передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому - процесс, стремящийся к установлению термодинамического равновесия в системе, состоящей из огромного числа частиц, то есть это релаксационный процесс, который можно описать во времени экспонентой. В нашем случае нагретое тело передает свое тепло окружающей среде (т.е. телу с бесконечно большой теплоемкостью). Поэтому температуру окружающей среды можно считать постоянной ( $T_0$ ). Тогда закон

изменения температуры тела от времени  $\tau$  можно записать в виде  $\Delta T = \Delta T_1 e^{-\tau/\tau_2}$ , где  $\Delta T$  - разность температур нагретого тела и окружающей среды;  $\Delta T_1$  - разность температур нагретого тела и окружающей среды при  $\tau = 0$ ,  $\tau_1$  - постоянная охлаждения, численно равная времени, в течение которого разность температур между нагретым телом и окружающей средой уменьшается в  $e$  раз.

Измерение теплоемкости проводилось по методикам, описанным в работах [6-15]. Согласно сведениям данных работ по указанной методике исследованы теплофизические свойства алюминиевых сплавов и сплавов свинца со щелочноземельными металлами с высоким доверительным уровнем.

Установка (рис. 1) состоит из следующих узлов: электропечь (3) смонтирована на стойке (6), по которой она может перемещаться вверх и вниз (стрелкой показано направление перемещения). Образец (4) и эталон (5) (тоже могут перемещаться) представляют собой цилиндр длиной 30 мм и диаметром 16 мм с высверленными каналами с одного конца, в которые вставлены термопары (4 и 5). Концы термопар подведены к цифровому многоканальному термометру (7). Цифровой многоканальный термометр подсоединен к компьютеру (8).

Включаем электропечь (3) через автотрансформатор (1), установив нужную температуру с помощью терморегулятора (2). По показаниям цифрового многоканального термометра (7) отмечаем значение начальной температуры. Вдвигаем измеряемый образец (4) и эталон (5) в электропечь (3) и нагреваем до нужной температуры, контролируя температуру по показаниям цифрового многоканального термометра на компьютере (8). Далее измеряемый образец (4) и эталон (5) одновременно выдвигаем из электропечи (3) и с этого момента фиксируем снижение температуры. Записываем показания цифрового термометра (7) на компьютере (8) через фиксированное время (от 0,1 до 20с). Охлаждаем образец и эталон ниже 30<sup>0</sup>С.

Для измерения температуры использовали многоканальный цифровой термометр, который позволял прямо фиксировать результаты измерений на компьютере в виде таблиц. Точность измерения температуры составляла 2<sup>0</sup>С. Временной интервал

фиксации температуры составлял 10 секунд. Относительная ошибка измерения температуры в интервале от 40 <sup>0</sup>С до 400 <sup>0</sup>С составляла  $\pm 1\%$ . Погрешность измерения теплоемкости по предлагаемой методике не превышает 3-5% в зависимости от температуры.

Для обработки результатов использовались программы MS Excel и Sigma Plot. Значения коэффициента корреляции составляли величину  $R^2_{\text{корр}} > 0,999$ , подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции.

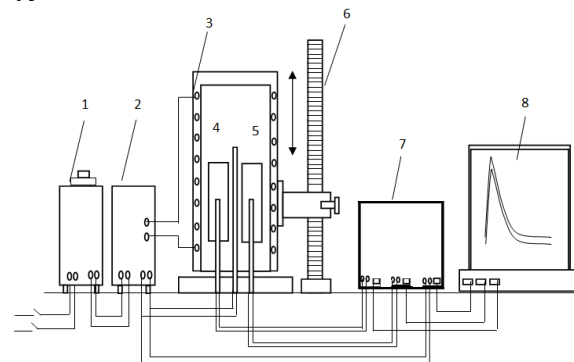


Рис. 1. Установка для определения теплоемкости твердых тел в режиме «охлаждения»: 1 – автотрансформатор; 2 – терморегулятор; 3 – электропечь; 4 – образец измеряемый; 5 – эталон; 6 – стойка электропечи; 7 – многоканальный цифровой термометр; 8 – регистрирующий прибор (компьютер).

### Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментов представлены на рисунках 2 и 3 и в таблицах 1-3. Содержание висмута в свинце составляло от 0.005 до 0.5 мас.%. Экспериментально полученные кривые охлаждения образцов из сплава свинца с висмутом представлены на рисунке 2. В начальном этапе металлический свинец при одном и том же времени характеризуется более низкой температурой по сравнению с легированным сплавом.

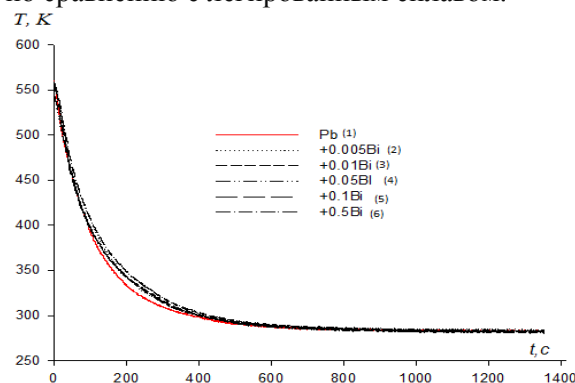


Рис. 2. График зависимости температуры образцов (T) от времени охлаждения ( $\tau$ ) для сплава свинца, легированного висмутом

Полученные зависимости скорости охлаждения сплавов (рис. 3) описываются уравнением вида:

$$T = -a \exp(-b\tau) - p \exp(-k\tau), \quad (9)$$

где  
 $a, b, p, k$  - постоянные для данного образца,  $\tau$  - время охлаждения.

Дифференцируя уравнение (9) по  $\tau$ , получаем уравнение для определения скорости охлаждения сплавов

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}. \quad (10)$$

Значения коэффициентов  $a, b, p, k, ab, pk$  в уравнении (10) для исследованных сплавов приведены в таблице 1.

Кривые скорости охлаждения сплавов представлены на рисунке 3. Анализ кривых показывает, что кривые, относящиеся к сплавам, содержащим от 0.01 до 0.05 мас.% висмута, находятся ближе к линии металлического свинца, чем сплавы, содержащие минимальное (0.05мас.%) и максимальное (0.5мас.%) количество висмута.

Таблица 1.

Значения коэффициентов  $a, b, p, k, ab, pk$  в уравнении (10) для сплава свинца с висмутом

| Содержание Вi в сплаве, мас.% | a, К   | b, 10 <sup>-3</sup> с <sup>-1</sup> | P, К   | K, 10 <sup>-5</sup> с <sup>-1</sup> | ab, Кс <sup>-1</sup> | pk, 10 <sup>-3</sup> Кс <sup>-1</sup> |
|-------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| Pb (эталон)                   | 257,45 | 9,16                                | 293,16 | 3,11                                | 2,36                 | 9,13                                  |
| +0.005Bi                      | 250,24 | 7,74                                | 290,09 | 1,61                                | 1,94                 | 4,67                                  |
| 0.01Bi                        | 257,47 | 8,66                                | 295,84 | 4,22                                | 2,23                 | 0,125                                 |
| 0.05 Bi                       | 252,67 | 8,54                                | 296,30 | 4,07                                | 2,16                 | 0,120                                 |
| 0.1 Bi                        | 244,61 | 8,11                                | 294,11 | 3,82                                | 1,98                 | 0,112                                 |
| 0.5 Bi                        | 261,06 | 7,96                                | 295,42 | 3,72                                | 2,08                 | 0,110                                 |

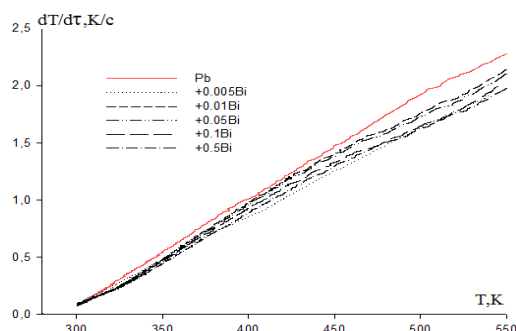


Рис. 3. Температурная зависимость скорости охлаждения сплава свинца, легированного висмутом

Далее по рассчитанным значениям величин скорости охлаждения сплавов по

уравнению (8) была вычислена удельная теплоемкость сплавов с висмутом. Получены следующие коэффициенты полиномы температурной зависимости удельной теплоемкости сплава свинца, легированного висмутом, которые описываются общим уравнением типа (11):

$$C_{P_0}^0 = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad (11)$$

Значения коэффициентов в уравнении (11) представлены в табл. 2.

Рассчитанные значения теплоемкости по уравнениям (8) и (10) через 50 К представлены в таблице 2.

Таблица 2

Температурная зависимость изменения удельной теплоемкости (кДж/кг·К) сплава свинца, легированного висмутом.

| Содержание висмута в сплаве мас.% | Т.К    |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 300    | 350    | 400    | 450    | 500    | 550    |
| Эталон(Pb )                       | 127,5  | 128,58 | 138,66 | 139,74 | 142,00 | 143,94 |
| +0,005Bi                          | 125,76 | 126,71 | 132,07 | 134,68 | 137,91 | 140,85 |
| +0.01Bi                           | 122,04 | 122,78 | 129,67 | 132,53 | 134,25 | 137,62 |
| +0.05 Bi                          | 116,20 | 116,88 | 126,04 | 128,94 | 129,93 | 132,21 |
| +0.1 Bi                           | 108,43 | 112,34 | 119,64 | 123,28 | 125,29 | 129,71 |
| +0.5 Bi                           | 101,14 | 106,39 | 112,77 | 115,34 | 118,59 | 122,07 |



Как видно, влияние температуры характеризуется ростом удельной теплоемкости для эталонного образца и уменьшением для легированного висмутом сплава.

Легированный висмутом сплав имеет большее по сравнению с эталоном значение теплоемкости, одновременно с этим по мере увеличения концентрации висмута в сплаве удельная теплоемкость резко увеличивается при низких температурах (<350°C).

Максимальное значение удельной теплоемкости приходится на сплав, содержащий 0.005 мас.% висмута.

Далее исследовалось изменение термодинамических функций сплава свинца,

легированного висмутом, в зависимости от температуры и концентрации висмута в сплаве. Результаты представлены в таблице 3. Для расчета температурной зависимости изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса были использованы интегралы от удельной теплоемкости по уравнениям (12)-(14):

$$H^0(T) - H^0(T_0) = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T - T_0)^3 + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4); \quad (12)$$

$$S^0(T) - S^0(T_0) = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3); \quad (13)$$

$$[G^0(T) - G^0(298.15)] = [H^0(T) - H^0(298.15)] - T[S^0(T) - S^0(298.15)]. \quad (14)$$

где  $T_0 = 298,15 \text{ K}$ .

Таблица 3

Температурная зависимость изменения термодинамических функций сплава свинца, легированного висмутом

| Содержание Вi в сплаве, мас. % | $H^0(T) - H^0(T_0^*), \text{ кДж/кг}$ для сплавов              |          |         |          |         |          |
|--------------------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|
|                                | T, K   |          |         |          |         |          |
|                                | 300  | 350      | 400     | 450      | 500     | 550      |
| Эталон(Pb )                    | 0,2524   | 7,1267   | 14,2363 | 21,6815  | 29,4379 | 37,3525  |
| +0,005Bi                       | 0,2362   | 7,9737   | 15,5953 | 21,2104  | 25,729  | 32,8646  |
| +0.01Bi                        | 0,2673   | 6,7246   | 12,5996 | 18,7048  | 25,1778 | 31,4811  |
| +0.05 Bi                       | 0,2788   | 7,1585   | 13,5265 | 20,0891  | 27,0201 | 33,9608  |
| +0.1 Bi                        | 0,2667   | 6,9846   | 12,9677 | 18,5463  | 24,0778 | 29,9476  |
| +0.5Bi                         | 0,2912   | 7,8972   | 14,7118 | 20,6693  | 26,1654 | 32,05691 |
|                                | $S^0(T) - S^0(T_0), \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$ для сплавов |          |         |          |         |          |
| Эталон(Pb )                    | 0,00084  | 0,02203  | 0,04101 | 0,05854  | 0,07488 | 0,089966 |
| +0,005Bi                       | 0,00079  | 0,02458  | 0,04498 | 0,05825  | 0,06777 | 0,08129  |
| +0.01Bi                        | 0,00089  | 0,02085  | 0,03654 | 0,05091  | 0,06455 | 0,076574 |
| +0.05 Bi                       | 0,00093  | 0,02223  | 0,03928 | 0,05477  | 0,0694  | 0,082664 |
| +0.1 Bi                        | 0,00089  | 0,02164  | 0,03763 | 0,05078  | 0,06243 | 0,073615 |
| +0.5Bi                         | 0,00097  | 0,02445  | 0,04267 | 0,05672  | 0,06831 | 0,079524 |
|                                | $G^0(T) - G^0(T_0), \text{ кДж/кг}$ для сплавов                |          |         |          |         |          |
| Эталон(Pb )                    | -0,00078   | -0,58445 | -2,1676 | -4,66152 | -8,0019 | -12,1287 |
| +0,005Bi                       | -0,00073   | -0,62779 | -2,3954 | -5,0029  | -8,1556 | -11,8451 |
| +0.01Bi                        | -0,00083   | -0,57277 | -2,0169 | -4,20615 | -7,0967 | -10,6347 |
| +0.05 Bi                       | -0,00143   | -0,62282 | -2,1860 | -4,55636 | -7,6796 | -11,5044 |
| +0.1 Bi                        | -0,00083   | -0,58886 | -2,0860 | -4,3051  | -7,1394 | -10,5408 |
| +0.5Bi                         | -0,0009  | -0,65933 | -2,3576 | -4,85675 | -7,9887 | -11,6813 |

\*  $T_0 = 298,15 \text{ K}$

### Заключение

Получены уравнения температурной зависимости теплоемкости и термодинамических функций (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) для эталона (Cu) и свинца, которые с точностью  $R_{\text{корр.}} = 0,999$  описывают их изменения. Показано, что с ростом температуры удельная теплоемкость, энтальпия и энтропия легированного висмутом сплава свинца увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Добавки

висмута приводят к снижению теплоемкости сплава.

### Литература:

1. Дасоян М.А. Химические источники тока. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. 231 с.
2. Дунаев Ю.Д. Нерастворимые аноды из сплавов на основе свинца. Алма-Ата: «Наука» Каз. ССР, 1978. 316с.
3. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. М.: Металлургия. 1989. 384 с.

4. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Sn // Теплофизика высоких температур. 2014. Т.52. №1. С. 147-150.

5. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А., Эшов Б.Б., Низомов З. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплавов системы Pb-Sr // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т.6. №6. С. 38-42.

6. Низомов З., Гулов Б.Н., Ганиев И.Н., Саидов Р.Х., Обидов Ф.У., Эшов Б.Б. Исследование температурной зависимости удельной теплоемкости алюминия марок ОСЧ и А7 // Доклады АН Республики Таджикистан. 2011. Т.54. №1. С. 53-59.

7. Ганиев И.Н., Якубов У.Ш., Сангов М.М., Сафаров А.Г. Влияние кальция на температурную зависимость удельной теплоемкости и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АЖ5К10 // Вестник Казанского технологического университета. 2018. Т. 21. № 8. С. 11-15.

8. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б., Аминбекова М.С. Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций сплавов системы Pb-Ba // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2018. № 2 С. 69-75.

9. Эсанов Н. Р., Ганиев И. Н., Хакимов А. Х., Иброхимов Н. Ф. Влияние иттрия на удельную теплоемкость и изменение термодинамических функций сплава АЖ2.18 // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия техника технология. 2018. Т. 8. № 2 (27). С. 75-84.

10. Ганиев И.Н., Отаджонов С.Э., Иброхимов Н.Ф., Махмудов М., Сангов М.М. Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций сплава АК1, модифицированного кальцием // Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2018. №2 (42). С. 17-21.

11. Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АК12М2, модифицированного стронцием // Известия Санкт-Петербургского государственного технического института (технологического университета). 2017. №41 (67). С. 22-26

12. Иброхимов С.Ж., Эшов Б.Б., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф. Влияние

скандия на физико-химические свойства сплава АМг4 // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т.16. №4. С. 256-260.

13. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава АМГ2 // Научный вестник НовГУ. 2017. № 2. С. 177-187.

14. Ганиев И. Н., Ниёзов Х.Х., Гулов Б.Н., Низомов З., Бердиев А.Э. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АК1М2, легированного празеодимом и неодимом // Вестник СибГИУ. 2017. № 3. С. 32-39.

УДК 669.193

**ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ  
ГАРМИҒУНҶОИШ ВА ТАҒЙИРЁБИИ  
ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ  
ХҶЛАИ СУРБ БО ВИСМУТ**

*А.М. Ҳайдаров, Б.Б. Эшов, И.Н. Ганиев,  
А.Ф. Сафаров*

Дар реҷаи «хунуқшавӣ» бо истифода аз техникаи компютерӣ вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиш ва тағйирёбии функсияҳои термодинамикӣ (энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс)-и хӯлаи сурб бо висмут омӯхта шудааст. Муайян карда шудааст, ки бо болоравии ҳарорат гармиғунҷоиш, энталпия ва энтропияи хӯлаи сурб зиёд шуда, нишондодҳои энергияи Гиббс паст мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** хӯлаи сурб, висмут, гармиғунҷоиш, энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс.

УДК 669.193

**THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF  
THE HEAT CAPACITY AND THE  
CHANGE OF THE THERMODYNAMIC  
FUNCTIONS OF LEAD ALLOY WITH  
BISMUTH**

*A.M. Haydarov, B.B. Eshov, I.N. Ganiev,  
A.G. Safarov*

The temperature dependence of heat capacity and thermodynamic functions (enthalpy, entropy, and Gibbs energy) of the lead-bismuth alloy was studied in the "cooling" mode using computer technology. It is found that with increasing temperature, the heat capacity, enthalpy and entropy of the lead alloy grow, and the Gibbs energy decreases.

**Key words:** lead alloys, bismuth, heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy.

**Сведения об авторах:**

Ҳайдаров Ашрафхон Маъруфхонович – асс. каф. «Безопасность жизнедеятельности и экология» ТТУ имени академика М.С.

Осими, автор более 15 научных работ. E-mail: [Ashrofzoda@mail.ru](mailto:Ashrofzoda@mail.ru) 93 544 03 05

Эшов Бахтиер Бадалович – д.т.н., директор Центра исследований инновационных технологий АН РТ, автор более 160 научных работ.

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, зав. лабораторией Института

химии имени В.И. Никитина, академик АН РТ, E-mail: [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

Сафаров Амиршо Гоибович – старший научный сотрудник физико-технического института имени С.У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан, к.т.н., доцент E-mail: [Safarov@mail.ru](mailto:Safarov@mail.ru)

УДК 669.715.620.193

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ АМг2 и АМг6

*Н.Ш. Вазиров\*, И.Н. Ганиев, Н.Ф. Иброхимов\*, Х.Я. Шарипова*

*\*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан*

*В режиме «охлаждения» исследована удельная теплоемкость сплавов АМг2 и АМг6 в интервале температур 300-800 К. Вычислены значения теплоёмкости и коэффициент теплоотдачи изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса в зависимости от температуры.*

**Ключевые слова:** сплавы АМг2, АМг6, теплоемкость, коэффициент теплоотдачи, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

### Введение

Алюминиево-магниевого сплавы (магналии) являются термически не упрочняемыми сплавами с относительно невысокой прочностью, но с высокими пластическими свойствами, хорошей коррозионной стойкостью и свариваемостью. Каждый процент магния повышает временное сопротивление на 300 мПа [1,2]. Несмотря на большой интерес к исследованию теплофизических свойств алюминия и его сплавов, их термодинамические характеристики изучены недостаточно. В данной работе в режиме «охлаждения» исследована удельная теплоемкость алюминиевых сплавов АМг2 и АМг6 в интервале температур 293-773 К.

### Экспериментальные результаты и их обсуждение

Передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому - процесс, стремящийся к установлению термодинамического равновесия в системе, состоящей из огромного числа частиц, то есть это релаксационный процесс, который можно описать во времени экспонентой. В нашем случае нагретое тело передает свое тепло окружающей среде, т. е. телу с бесконечно большой теплоёмкостью. Поэтому температуру окружающей среды можно считать постоянной ( $T_0$ ). Тогда закон изменения температуры тела от времени  $\tau$  можно записать в виде  $\Delta T = \Delta T_1 e^{-\tau/\tau_1}$ ,

где  $\Delta T$  - разность температур нагретого тела и окружающей среды;  $\Delta T_1$  - разность температур нагретого тела и окружающей среды при  $\tau = 0$ ;  $\tau_1$  - постоянная охлаждения, численно равная времени, в течение которого разность температур между нагретым телом и окружающей средой уменьшается в  $e$  раз.

Теория метода и схема установки для исследования нами приведена в работах [3-5]. Зная массы образцов  $m_1$  и  $m_2$ , скорости их охлаждения образцов и удельную теплоемкость эталона  $C_{p1}^0$ , можно вычислить удельную теплоемкость неизвестного образца  $C_{p2}^0$  по уравнению:

$$C_{p2}^0 = \frac{C_{p1}^0 \cdot m_2 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{m_1 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (1)$$

где

$m_1 = \rho_1 V_1$  – масса эталона;

$m_2 = \rho_2 V_2$  – масса изучаемого образца;

$\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1, \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2$  - скорости охлаждения эталона и изучаемого образца при данной температуре.

Для определения скорости охлаждения строят кривые охлаждения образцов (рис.1). Кривые охлаждения представляют собой зависимость температуры образца от времени при охлаждении его на воздухе.

На практике находится средняя скорость охлаждения  $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$ , где  $\Delta T \approx 20\text{K}$ ,  $\Delta \tau$  – промежуток времени, соответствующий  $\Delta T$ .

Целью данной работы является определение удельной теплоёмкости алюминиевых сплавов АМг2 и АМг6 по известной удельной теплоёмкости эталонного образца из меди марки М00 и расчёт изменений термодинамических функций сплавов.

Полученные в ходе эксперимента зависимости температуры образца от времени охлаждения для сплавов АМг2 и АМг6 имеют экспоненциальный характер и описываются уравнением вида:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} [(T_1 - T_0) e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2}] \quad (2)$$

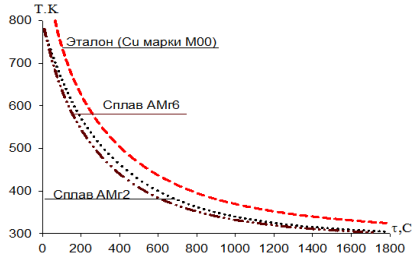


Рис. 1. График зависимости температуры образца от времени охлаждения для сплавов АМг2, АМг6 и эталона (Си марки М00).

При дифференциации уравнения (2) по  $\tau$ , для скорости охлаждения сплавов имеем:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2} \left[ -\frac{(T_1 - T_0)}{\tau_1} e^{-\tau/\tau_1} - \frac{(T_2 - T_0)}{\tau_2} e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (3)$$

С помощью уравнений (3) нами рассчитаны скорости охлаждения образцов из сплавов АМг2, АМг6 и эталона, которые графически представлены на рисунке 2.

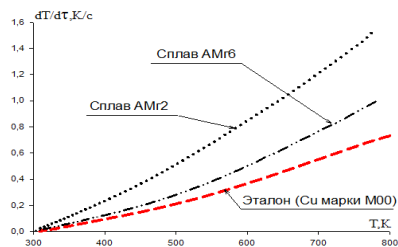


Рис. 2. Температурная зависимость скорости охлаждения образцов сплавов АМг2, АМг6 и эталона (Си марки М00).

С использованием рассчитанных данных по теплоемкости сплавов АМг2, АМг6 и полученных экспериментальных величин скоростей охлаждения, определяли коэффициент теплоотдачи  $\alpha(T)$  (Вт/К·м<sup>2</sup>) для сплавов АМг2 и АМг6 по формуле:

$$\alpha = \frac{C_p^0 \cdot \frac{dT}{dt}}{(T - T_0) \cdot S} \quad (4)$$

где

$T$  и  $T_0$  – температуры образца и окружающей среды,  $S$  и  $m$  – площадь поверхности и масса образца, соответственно.

Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи для сплава АМг2 имеет вид (5) и (рисунок 3):

$$\left. \begin{aligned} |\alpha(T)|^{AMg2} &= -0,0040 + 0,0000098T + 1,6387 \cdot 10^{-8}T^2 - 1,2776 \cdot 10^{-11}T^3 \\ |\alpha(T)|^{AMg6} &= 0,002773 - 0,00006294T + 2,3351 \cdot 10^{-7}T^2 - 1,6464 \cdot 10^{-10}T^3 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

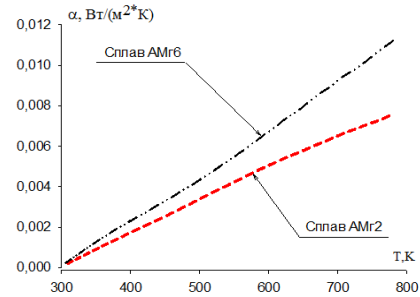


Рис. 3. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи сплавов АМг2 и АМг6.

С учётом скорости охлаждения эталона (Си марки М00) и исследуемых образцов из сплавов для температурной зависимости удельной теплоемкости сплавов АМг2 и АМг6 в интервале температур 300-800 К получены уравнения:

$$\left. \begin{aligned} C_p^{AMg2} &= 0,4148 + 0,0009585T + 9,5925 \cdot 10^{-7}T^2 - 1,304 \cdot 10^{-9}T^3 \\ C_p^{AMg6} &= 0,7102 + 0,0009351T + 2,751 \cdot 10^{-7}T^2 - 1,42 \cdot 10^{-10}T^3 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

и для эталона (Си марки М00)

$$C_p^{Cu(M00)} = 0,3245 + 0,0002751T - 2,87 \cdot 10^{-7}T^2 + 1,42 \cdot 10^{-10}T^3 \quad (7)$$

Уравнение (6) получено экспериментально, а уравнение (7) выведено с использованием литературных данных [5]. Температурная зависимость удельной теплоемкости сплавов АМг2 и АМг6 приведена на рисунке 4. Видно, что с ростом температуры удельная теплоёмкость сплавов увеличивается. Сплав АМг6 характеризуется относительно большей теплоёмкостью, чем сплав АМг2.

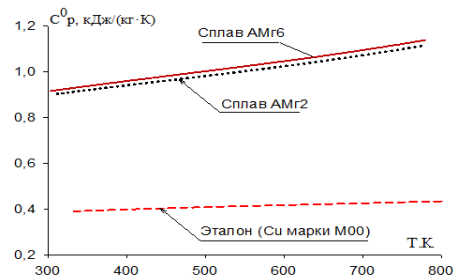


Рис. 4. Температурная зависимость удельной теплоёмкости эталона и сплавов АМг2 и АМг6.

При вычислении температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса были использованы интегралы от удельной теплоемкости по уравнению (8), значения коэффициентов которой приведены в таблице 1.

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad (8)$$

$$H^0(T) - H^0(T_0) = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4) \quad (9)$$

$$S^0(T) - S^0(T_0) = a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3) \quad (10)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)], \quad (11)$$

где  $T_0 = 298,15$ .

Таблица 1.

Значения коэффициентов a, b, c, d в уравнении (8) для эталона и сплавов АМг2 и АМг6

| Сплав                 | a, Дж/кг·К <sup>2</sup> | b, Дж/кг·К <sup>2</sup> | c, Дж/кг·К <sup>2</sup> | d, Дж/кг·К <sup>2</sup> | Коэффициент корреляции, R, % |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| АМг2                  | 0.4148                  | $9.58 \cdot 10^{-4}$    | $9.59 \cdot 10^{-7}$    | $-1.30 \cdot 10^{-9}$   | 0.999                        |
| АМг6                  | 0,7102                  | $9.35 \cdot 10^{-4}$    | $2.75 \cdot 10^{-7}$    | $-1.42 \cdot 10^{-10}$  | 0.999                        |
| Эталон (Cu марки М00) | 0.3245                  | $2.75 \cdot 10^{-4}$    | $-2.87 \cdot 10^{-7}$   | $1.42 \cdot 10^{-10}$   | 1.00                         |

На рисунке 5 представлены графически изменения термодинамических функций сплавов АМг2, АМг6 и эталона (Cu марки М00).

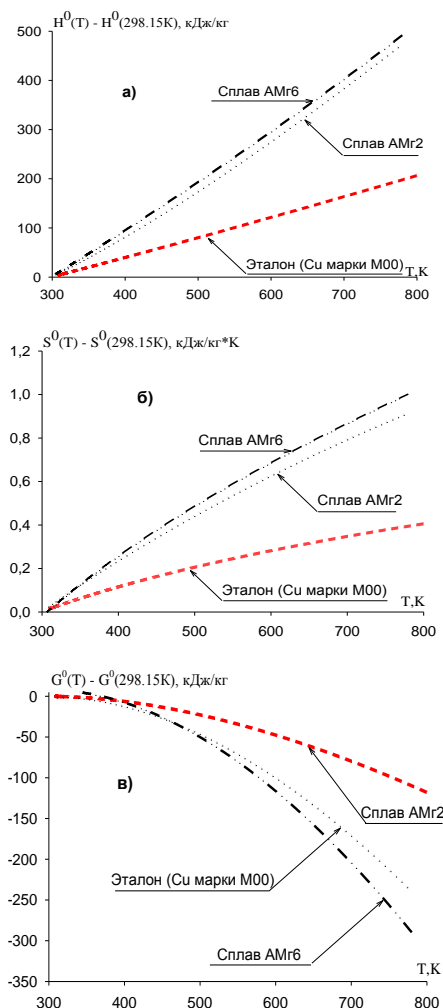


Рис. 5. Температурная зависимость изменений энтальпии (а), энтропии (б) и энергии Гиббса сплавов АМг2, АМг6 и эталона (Cu марки М00).

Как видно из рис. 5, с ростом температуры энтальпия, энтропия, сплавов АМг2 и АМг6 увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Таким образом, полученные полиномы температурной зависимости изменений термодинамических функций и теплофизических характеристик сплавов АМг2 и АМг6 описывают их с точностью  $R_{\text{корр.}} = 0.999$ .

### ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ГАРМИҒУНҶОИШИ ХОС ВА ТАҒЙИРЁБИИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ФУНКСИЯИ ХҶЛАҶОИ АЛЮМИНИЙ АМг2 ва АМг6

*Н.Ш. Вазиров, И.Н. Ганиев, Н.Ф. Иброхимов, Х.Я. Шарипова*

Дар речаи “хунуккунӣ” гармиғунҷоиши хоси хўлаҳои АМг2 ва АМг6 дар ҳудуди ҳарорати 300-800 К тадқиқ шудааст. Қиматҳои гармиғунҷоиш ва коэффитсиенти гармиғузаронии тағйирёбии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс вобаста аз ҳарорат ҳисоб карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** хўлаҳои АМг2, АМг6, гармиғунҷоиш, коэффитсиенти гармиғузаронӣ, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс.

### TEMPERATURE DEPENDENCE OF SPECIFIC HEAT AND CHANGE OF THERMODYNAMIC AMg2 AND AMg6 ALUMINUM ALLOYS OF FUNCTION

*N.Sh. Vazirov, I.N. Ganiyev, N.F. Ibrokhimov, H.Ya. Sharipova.*

In the coolings mode the specific heat of Amg2 and Amg6 alloys in the range of temperatures 300-800 K is investigated. Values of thermal capacity and coefficient of a thermolysis of changes of an enthalpy, entropy and Gibbs's energy depending on temperature are calculated.

**Key words:** alloys Amg2, Amg6, thermal capacity, thermolysis coefficient, enthalpy, entropy, Gibbs's energy.

#### Литература:

1. Аллюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. С. 365.
2. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. С. 376.
3. Иброхимов С.Ж., Эшов Б.Б., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф. Влияние скандия на физико-химические свойства сплава АМг4 // Известия Самарского научного центра Российской Акад. наук. 2014. Т.16.№4.С.256-260.
4. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Тем-

пературная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Sn // Теплофизика высоких температур. 2014. Т.52. №1. С.147-150.

5. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж. Влияние церия на теплофизические свойства сплава AlMg2//Физика металлов и металловедения. 2016. т. 117. №1. С. 53-57.

#### **Сведения об авторах:**

Вазиров Назир Шамирович – старший преподаватель кафедры «Материаловедение металлургические машины и оборудования» Таджикского технического университета

имени академика М.С. Осими, E-mail: [nazirvazirov@gmail.ru](mailto:nazirvazirov@gmail.ru)

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик АН РТ, заведующий лабораторией Института химии имени В.И. Никитина АН РТ. Тел.: +992-93-572-88-99, E-mail: [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

Иброхимов Насимжон Файзуллоевич – к.т.н., ст. преп. кафедры «Материаловедение металлургические машины и оборудования» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [nasimqon@mail.ru](mailto:nasimqon@mail.ru)

Шарипова Хилола Якубовна – асс. Хатлонского государственного медицинского института. Тел.: +992939199774.

## **СТРОНЦИЙ – МОДИФИКАТОР АЛЮМИНИЕВО-ГЕРМАНИЕВОЙ ЭВТЕКТИКИ И СПЛАВА АК7М2**

***Р.Х. Саидзода, И.Н. Ганиев, С.С. Гулов, С.Т. Бадурдинов***

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Исследована микроструктура алюминиево-германиевой эвтектики до и после модифицирования стронцием, а также показан модифицирующий эффект стронция на структуру промышленного сплава АК7М2.*

**Ключевые слова:** алюминий, германий, стронций, эвтектика, сплав Al-Ge, сплав АК7М2, структурообразование.

В работах [1-28] сообщается о положительном влиянии стронция на микроструктуру алюминиево-кремниевой эвтектики. В связи с этим представляет интерес проведение исследования модифицирования стронцием сплава АК7М2 и алюминиево-германиевой эвтектики, т.к. кремний и германий являются аналогами.

Микроструктуры алюминиево-германиевой эвтектики до и после модифицирования стронцием приведены на рис. 1. Структура сплавов представляет собой светлые дендриты твёрдого раствора германия в алюминии в окружении эвтектики, количество и дисперсность которой увеличивается по мере приближения к эвтектической концентрации. Значительное изменение растворимости германия в алюминии с понижением температуры (от 7,2 до менее 0,5 мас.%) приводит при искусственном, а также естественном старении к образованию кластеров атомов германия размером порядка 0,8-1,0 нм. Добавки стронция, не меняя существенно

характера микроструктуры, приводят к некоторому измельчению эвтектической составляющей.

Алюминиево-германиевые сплавы преимущественно используются в качестве припоев. Припои «Германий-1» и «Германий-2» содержат, мас. %: Ge -34%, Si-4%, остальное - алюминий. На рис.2 приведены микроструктуры припоя «Германий-1», модифицированного 0,07% стронция.

Как видно, модифицирующий эффект стронция на структуру алюминиево-германиевой эвтектики более значителен. Добавки стронция, не меняя существенно строение микроструктуры сплавов, приводят к некоторому измельчению эвтектической составляющей, т.е. оказывают модифицирующее действие на алюминиево-германиевую эвтектику. При этом эффект модифицирования стронцием алюминиево-германиевой эвтектики намного менее заметен, чем при модифицировании эвтектики алюминий-кремний.

Проведенными коррозионно-электрохимическими исследованиями показано, что микродобавки стронция приводят к снижению скорости коррозии припоев «Германий-1» и «Германий-2» с 0,0187 до 0,0050 г/м<sup>2</sup>.час, за счёт модификации структуры и снижения склонности сплавов к питтингообразованию.

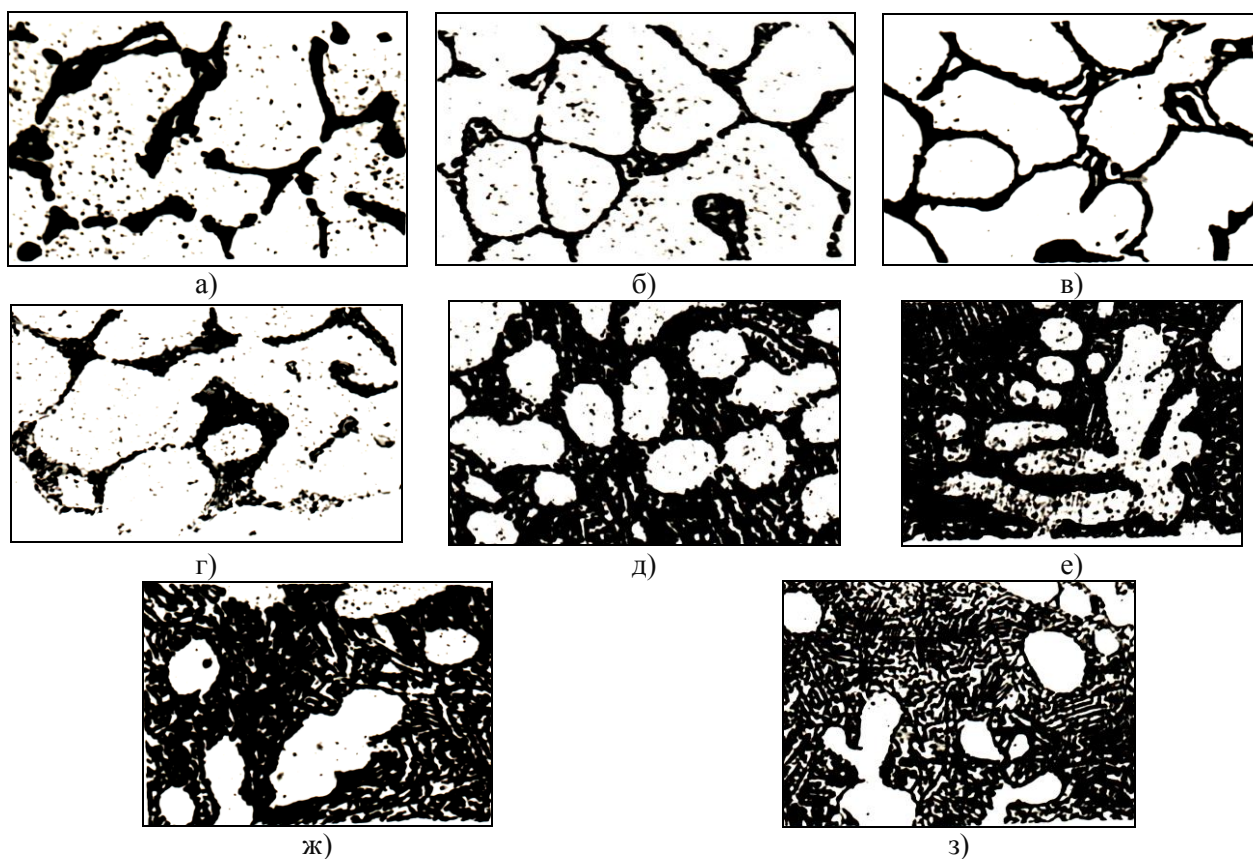


Рис. 1. Микроструктуры ( $\times 635$ ) сплавов системы Al-Ge до и после модифицирования 0,07, мас.% стронция (литое состояние): а) - 20%Ge; б) - 20%Ge+0,07%Sr; в) - 30% Ge; г) - 30% Ge+0,07%Sr; д) - 40%Ge; е) - 40%Ge+0,07%Sr; ж) - 50% Ge; з) - 50% Ge+0,07%Sr.

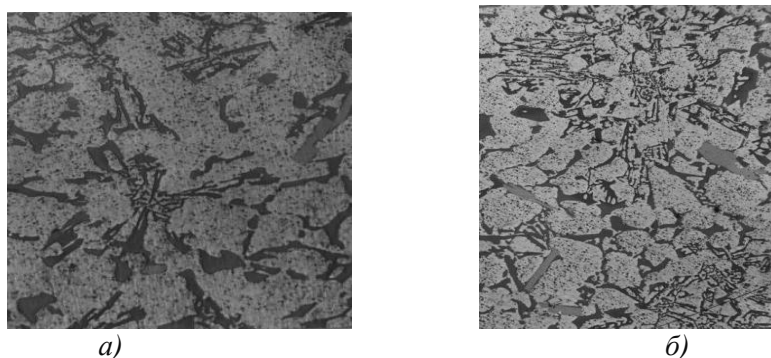


Рис. 2. Микроструктуры ( $\times 200$ ) припоя «Германий – 1»: а) без стронция; б) в присутствии стронция

Учитывая приведенные выше результаты нами исследовалось влияние совместных добавок германия и стронция на структурообразование и механические характеристики литейного алюминий-кремниевого сплава марки АК7М2. Микроструктуры сплавов приведены на рис. 3.

Такие свойства, как предел прочности и относительное удлинение исследуемых образцов, которые были модифицированы германием, при его содержании около 0,1% достигают своего максимального значения. Следует отметить о согласованности результатов металлографических и механи-

ческих исследований. Повышение предела прочности на 8-10% при содержании германия 0,1% можно объяснить его упрочняющим действием на твердый раствор на основе алюминия. Содержание германия, однако, недостаточно для выделения эвтектики в ориентированной красной форме. Процесс модифицирования стронцием приводит к уменьшению растворимости германия в алюминии, с одной стороны, а с другой приводит к измельчению эвтектики Al-Si. Совместное влияние рассматриваемых факторов приведет к увеличению дисперсности структуры эвтектики в исследуемом сплаве.

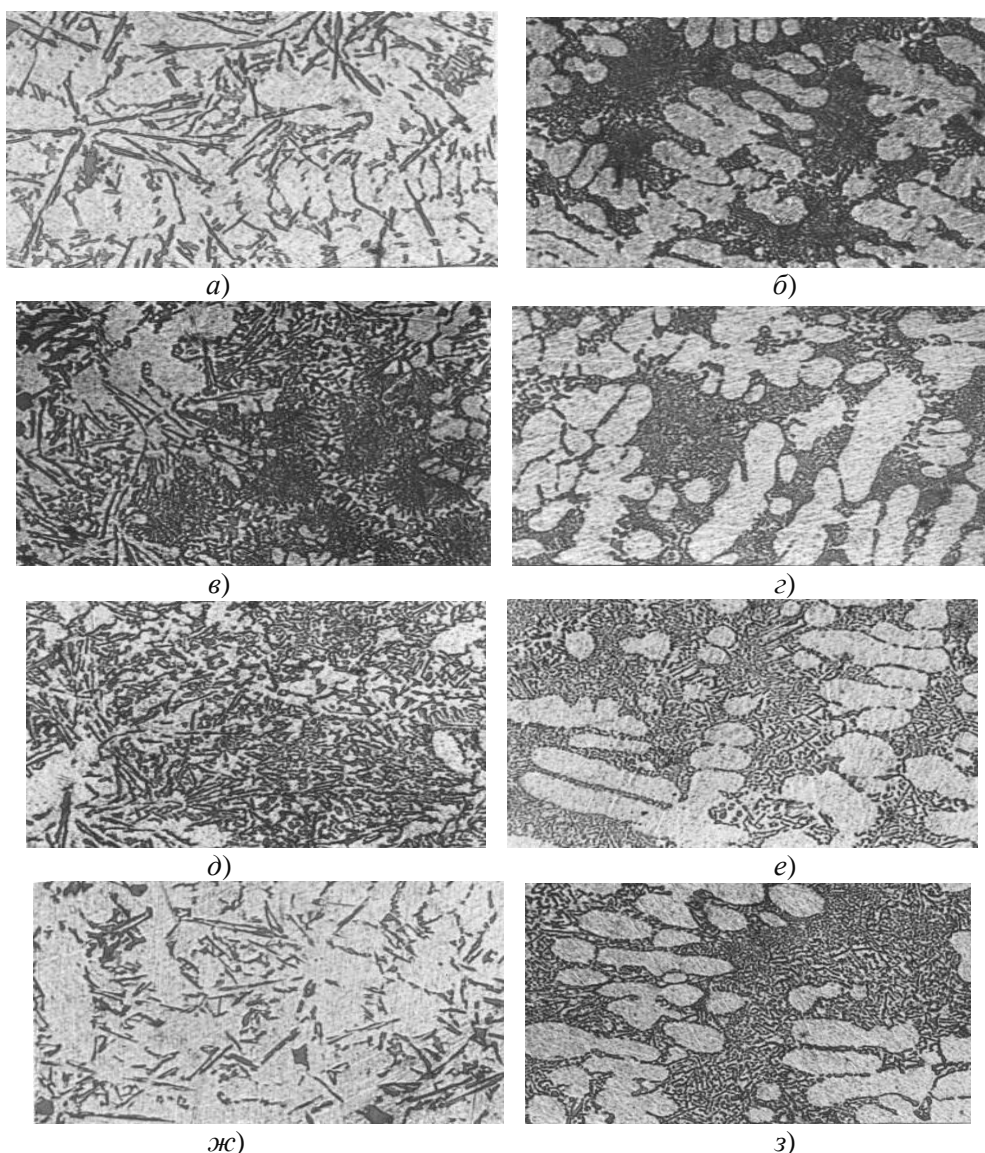


Рис. 3. Микроструктуры ( $\times 200$ ) сплава АК7М2 с добавками стронция и германия (% массе) в литом состоянии: а) 0,1% Ge; б) 0,1% Ge + 0,05% Sr; в) 0,3% Ge; г) 0,3% Ge + 0,05% Sr; д) 0,5% Ge; е) 0,5% Ge + 0,05% Sr; ж) 1,0% Ge; з) 1,0% Ge + 0,05% Sr.

Повышение содержания германия как компонента до 0,3-0,5% приводит к измельчению выделения эвтектики Al-Si, благодаря образованию германием твердого раствора как с алюминием, так и с кремнием (рис. 3 г), что вызывает подъём пластичности и, как следствие, снижение прочности. В последующем, повышение содержания

германия в интервале 0,5-0,1% ведет к огрублению эвтектики (рис. 3 ж).

Измерение твердости является одним из широко распространенных видов механических испытаний металлов [3]. Широкое применение этого вида испытаний обусловлено следующими его преимуществами:

Таблица.

Твердость и расчетное значение предела прочности сплава АК7М2 со стронцием и германием

| Содержание германия и стронция в сплаве АК7М2, мас. % | Твердость по Бринеллю НВ, |                     | Расчётное значение $\sigma_b$ , |                     |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
|   | МПа                       | кгс/мм <sup>2</sup> | МПа                             | кгс/мм <sup>2</sup> |
| <i>1</i>  | <i>2</i>                  | <i>3</i>            | <i>4</i>                        | <i>5</i>            |
| АК7   | 588                       | 60                  | 147                             | 15                  |
| АК7М2   | 560                       | 57                  | 138                             | 14                  |
| АК7М2+0,05 Ge   | 621                       | 63                  | 155                             | 16                  |
| АК7М2+0,3 Ge  | 630                       | 64                  | 158                             | 16                  |
| АК7М2+0,6 Ge  | 694                       | 71                  | 173                             | 18                  |



| <i>I</i>                | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|
| AK7M2+1,0 Ge            | 720      | 73       | 180      | 18       |
| AK7M2 + 0,05Sr          | 540      | 55       | 135      | 14       |
| AK7M2 + 0,05Sr +0,05 Ge | 597      | 61       | 149      | 15       |
| AK7M2 + 0,05Sr +0,3 Ge  | 615      | 63       | 154      | 16       |
| AK7M2 + 0,05Sr +0,6 Ge  | 674      | 69       | 168      | 17       |
| AK7M2 + 0,05Sr +1,0 Ge  | 690      | 71       | 172      | 17       |

Введение стронция стабилизирует твердость сплава, а также увеличивает предел прочности сплавАК7М2

Указанное положительное влияние германия на механические свойства сплава АК7М2 усиливается в присутствии стронция. Совместное введение в сплав стронция и германия обеспечивает высокую кооперативность совместного роста фаз в эвтектике, а также максимальное упрочнение  $\alpha$ -твердого раствора.(рис. 3).

#### Литература:

1. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. Пер. с англ. Л.Ф. Мондольфо. М.: Металлургия. 1979. 640 с.

2. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Семёнова О.Н. Структура и свойства силуминов, модифицированных стронцием // Современные методы производства отливок, способствующие экономии материалов и топливно-энергетических ресурсов: Тез. докл. XIII научно-техн. конф. литейщиков Западного Урала. Пермь. 1984. С. 28-29.

3. Горохов Ю.В., Шеркунов В.Г., Константинов И.Л. Методология исследования совмещенного процесса непрерывного литья и прессования металлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2015. Т.15. № 2. С. 82–88.

4. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Гулов С.С., Сангов М.М. Кинетика окисления твердого сплава АК7М2, легированного германием // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. 2013. Т.56. № 3. С. 28-30.

5. Бердиев А.Э. Ганиев И.Н., Гулов С.С. Кинетика окисления твердого сплава АК7М2 + 0.05Sr, легированного германием // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. 2014. №3. С. 97-101.

6. Бердиев А.Э. Ганиев И.Н., Гулов С.С. Силумины, модифицированные элементами подгруппы германия и стронция. Германия: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 142 с.

7. Олимов Н.С., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Ширинов М.Ч. Окисление сплавов системы Al-Ge в жидком состоянии // Расплавы. 2015. №4. С. 28-36.

8. Ганиев, И.Н. Пархутик П.А., Вахобов А.В., Куприянова И.Ю. Модифицирование силуминов стронцием. Под ред. К.В. Горева. Минск: Наука и техника. 1985. 143 с.

9. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Джурбаев Т.Д., Каляева В.Г. Модифицирование Al-Si сплавов АЛ-4 И АЛ-9 // Литейное производство. 1975. № 1. С. 33-34.

10. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Семенова А.Н. Влияние состава и микролегирования стронцием на структуру и свойства сплавов системы Al-Si-Mg // Металловедение и термическая обработка металлов. 1983. № 8. С. 34-35.

11. Ганиев И.Н., Трубнякова Э.Д. Модифицирующее влияние стронция на коррозионно-электрохимическое поведение силуминов в нейтральных средах // Журнал прикладной химии. 1986. Т.59. №11. С.2545-2548.

12. Вахобов А.В., Ганиев И.Н. Стронций-эффективный модификатор силуминов // Литейное производство. 2000. № 5. С. 28.

13. Каргополова Т.Б., Махмадуллоев Х.А., Ганиев И.Н., Хакдодов М.М. Барий – новый модификатор силуминов // Литейное производство. 2001. № 10. С. 6-9.

14. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Хакдодов М.М., Махмадуллоев Х.А. Разработка и внедрение в производство новых литейных алюминиевых сплавов, стронций содержащих лигатур и модификаторов // Металловедение и термическая обработка металлов. 2002. № 10. С. 38-39.

15. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Ганиева Н.И., Давлатназарова Н.В. Влияние стронция и способов его введения в расплав на свойства промышленных силуминов // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. и тех. наук. 2007. № 1. С. 68-78.

16. Гулов С.С., Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Бердиев А.Э. Коррозионно-электрохимическое поведение сплава АК7М2+0.05%Sr, легированного германием, в среде 3% раствора NaCl // Доклады АН Республики Таджикистан. 2009. Т. 52. № 6. С. 460-464.

17. Гудченко А.П., Залинова И.М. Модифицирование Al-Si сплавов стронцием // Литейное производство. 1972. № 12. С. 30.

18. Залинова И.М., Гудченко А.П., Панкова Л.Е. Кинетика окисления стронция в расплаве // Литейное производство. 1974. № 10. С. 20-21.

19. Ганиев И.Н., Вахобов А.В., Джураев Г.Д., Валяева В.Г. Модифицирование Al-Si сплавов стронцием // Литейное производство. 1975. № 1. С. 33-34.

20. Alker K. Veredelung von Al-Si Legierungen durch Natrium oder Strontium: Eine Gegenuberstellung // Geiberai – Praxis. 1972. No.24. P. 434-438.

21. Latkowski A., Gryziecki J., Jarominek J. Wpliw obrobki cieplnej na wlasnosc mechaniczne stopu Al-Si-Mg-Cu-Ni, modifikowanego strontem // Rudy in metal niczelazne. 1976. Vol. 21. No. 3. P. 52-56.

22. Hess P.D., Blackman E.V. Strontium as a modifying agent for hypoeutectic aluminium-silicon alloys // AFS Transactions. 1975. P. 87-90.

23. Barbe P.S., Erdmann-Jeshitzer K., Krug T. Alweldung der Termischen Analuse sur Uberwachung der Verdelungswirkung Strontium in der Legirung Ge-Al-Si 10,5 // Giesserei. 1982. Bd. 69. No. 14. P. 393-397.

24. Андуршевич А.А., Лубенский М.З., Пименова Г.П. Модифицирование алюминиево-кремниевых сплавов стронцием // Литейное производство. 1983. № 10. С. 9-11.

25. Jasti S. Untersuchungen an mit Strontium veredelten Aliminium-Silicium-Llegierungen mit dem Hochtemperatur mikroskop // Giesserei Forschung. 1975. Bd. 27. No. 4. P. 141-143.

26. Куценко Н.Л., Андрушевич А.А., Ганиев И.Н., Янчук В.Н. Технологические особенности модифицирования силуминов алюминий-стронциевыми лигатурами // Технология автомобилестроения, 1983. № 8. С. 7-10.

27. Залинова И.М. Гудченко А.П. Влияние стронция на взаимодействие силу-

минов с газами // Литейное производство. 1977. № 1. С. 35.

28. Семенова О.Н. Ганиев И.Н. Вахобов А.В. Влияние добавок хлора и фосфора на сохранение эффекта модифицирования стронций содержащих силуминов // Литейное производство. 1984. № 6. С. 13-14.

### **STRONTIUM – THE MODIFIER OF THE ALUMINIUM-GERMANIUM EUTECTIC AND AK7M2 ALLOY**

**R.H. Saidzoda, I.N. Ganiyev, S.S. Gulov, S.T. Badurdinov**

The microstructure of an alyu-miniyevo-germanium eutectic before modifying is investigated by strontium and also the modifying effect of strontium on structure of industrial AK7M2 alloy is shown.

**Key words:** aluminum, germany, strontium, eutectic, Al-Ge alloy, AK7M2 alloy, structurizations.

#### **Сведения об авторах:**

Саидзода (Саидов) Рахимджон Хамрокулович – д.т.н., и.о. профессор, проректор по учебной работе, первый проректор ТТУ имени академика М.С. Осими. Контактная информация: тел. 98 101 00 72. E-mail: rahsai@mail.ru

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик АН РТ, консультант научно-исследовательского отдела ТТУ имени академика М.С. Осими. Контактная информация: тел. (+992) 93 488 48 79. E-mail: ganiyev48@mail.ru

Гулов Саломиддин Садриддинович – к.т.н., и.о. доцента, заведующий кафедрой «Материаловедение, металлургические машины и оборудования» ТТУ имени академика М.С. Осими. Конт. информация: (+992) 93 4805217. E-mail: gulov72@mail.ru

Бадурдинов Садуло Тодждинович – ст. преп. кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудования» Таджикского технического университета им. М.С.Осими. Контактная информация: (+992) 93 402 70 27. E-mail: gulov72@mail.ru

### **ВЛИЯНИЕ СТРОНЦИЯ И ГЕРМАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АК7М2**

**С.С. Гулов, И.Н. Ганиев А.Э. Бердиев**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Представлены результаты исследования механических свойств, в частности твёрдости алюминиевого сплава АК7М2,*

*легированного германием и стронцием. Показано, что германий увеличивает твер-*

дость исходного сплава, а добавки стронция уменьшают.

**Ключевые слова:** сплав АК7М2, стронций, германий, механические свойства, твердость, прочность отливок.

### Введение

Сочетание высоких физико-механических свойств с превосходными литейными свойствами позволяет осуществить перевод ряда деталей автомобиля, изготавливаемых из стали и чугуна, на алюминиевое литье. Литейные алюминиевые сплавы находят все более широкое применение в автомобильной промышленности. Из них изготавливают блоки цилиндров, картеры, корпуса коробок передач, диски колес, детали тормозных устройств и т.д. [1-3].

В основу легирующего комплекса наиболее распространенных литейных алюминиевых сплавов входят кремний и различные легирующие компоненты (магний, медь, марганец, титан, цирконий, цинк и другие). Выбор легирующих компонентов зависит от назначения сплава.

Основными задачами легирования является получение высокопрочных сил межатомных связей, устойчивой микрогетерогенности 2-го порядка, выделение вторичных фаз сетчатой или каркасной формы. Эти задачи при их выполнении обеспечивают достаточное торможение диффузионных процессов и движения дислокаций для создания сплавов, работающих при температурах до 0,6T от температуры плавления. Как известно, германий образует с алюминием область твердых растворов до 7,2% (по массе) при температуре эвтектики (424<sup>0</sup>C), с уменьшением растворимости до 0,5% (по массе) при 20<sup>0</sup>C [1,2]. Однако большой интерес представляет возможность улучшения литейных и механических свойств алюминий-кремниевых сплавов. Практически важным представляется также опробование совместного введения в силумины германия и стронция, имеющее целью как повышение физико-механических свойств сплава, так и плотности отливок, и уменьшение коэффициента линейного расширения сплава [4-15].

В настоящей работе приведены результаты исследования влияния совместных добавок стронция и германия на механические свойства и микроструктуру вторичного алюминиевого сплава АК7М2 (ГОСТ 1583-73), применяемого в автомобильной промышленности.

### Материалы и методики исследований.

Исследование совместного влияния стронция и германия на механические и технологические свойства сплава АК7М2, проводилось на сплаве следующего химического состава, мас. %: Cu-2,0, Si-7,0; Fe-1,3; Zn-до 0,5; Mg-0,3; Mn-0,24; Ni-до 0,3;%. Плавку проводили в электропечи сопротивления с графито-шамотным тигелем, масса плавки 3,5 кг. Германий и стронций вводились в виде лигатуры Al-5% Sr (по массе), специально приготовленной нами в лабораторных условиях. Температура введения лигатур в расплав 750<sup>0</sup>C. Во избежание значительного угара стронция дегазация расплава проводилась до введения Al-Sr лигатуры. Образцы (не менее пяти) для испытаний на твердость заливались в кокиль при температуре 720±5<sup>0</sup>C.

Образцы для механических испытаний подвергались термической обработке по режиму T6: нагрев до 535±5<sup>0</sup>C, выдержка 5 часов, охлаждение в холодную воду, старение при температуре 120<sup>0</sup>C в течение 10 часов на воздухе.

Микроструктура сплавов изучалась при помощи оптического микроскопа «БИОМЕД» на шлифах, приготовленных из головок отдельно отлитых образцов.

Изучение совместного действия германия и стронция на механические свойства силуминов проводилось на сплавах следующего химического состава: содержание германия варьировалось от 0,05 до 1,0% (по массе), стронций вводился в количестве 0,05% (по массе), алюминий – остальное.

Измерение твердости является одним из широко распространенных видов механических испытаний металлов [4]. Широкое применение этого вида испытаний обусловлено следующими его преимуществами:

- измерение твердости проводится, как правило, без разрушения изделия (образца) и, следовательно, может проводиться непосредственно на готовой детали. Габариты деталей при этом могут колебаться в очень широких пределах – от нескольких десятых и сотых долей миллиметра (часовые пружины) до нескольких метров (станины станков, валки прокатных станов);

- методики измерения твердости и подготовки испытуемых образцов сравнительно просты и оперативны; их легко освоить;

- приборы и оборудование для измерения твердости, как правило, проще, чем при других методах испытаний. Их

можно установить в любой лаборатории или в соответствующем участке цеха;

– по полученному значению твердости можно сделать предварительные выводы о других механических свойствах металла (сплава), так как большинство свойств металлов и сплавов определяются одним и тем же показателем – его структурой;

– измерение твердости позволяет судить о наличии (или отсутствии) в деталях

упрочненных поверхностей в результате различных видов термической обработки сплавов, связанной с изменением структуры по сечению детали.

Ниже представлены результаты исследования твердости по Бринеллю образцов из сплава АК7М2 со стронцием и германием.

Таблица.

Твердость и расчётное значение предела прочности сплава АК7М2 со стронцием и германием

| №  | Содержание легирующего компонента в сплавах мас. % | Твердость по Бринеллю, НВ |                     | Расчётное значение, $\sigma_B$ |                     |
|----|--|---------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
|    |  | МПа                       | кгс/мм <sup>2</sup> | МПа                            | кгс/мм <sup>2</sup> |
| 1  | АК7  | 588                       | 60                  | 147                            | 15                  |
| 2  | АК7М2  | 560                       | 57                  | 138                            | 14                  |
| 3  | АК7М2+0,05 Ge                                      | 621                       | 63                  | 155                            | 16                  |
| 4  | АК7М2+0,3 Ge                                       | 630                       | 64                  | 158                            | 16                  |
| 5  | АК7М2+0,6 Ge                                       | 694                       | 71                  | 173                            | 18                  |
| 6  | АК7М2+1,0 Ge                                       | 720                       | 73                  | 180                            | 18                  |
| 7  | АК7М2 + 0,05Sr                                     | 540                       | 55                  | 135                            | 14                  |
| 8  | АК7М2 + 0,05Sr +0,05 Ge                            | 597                       | 61                  | 149                            | 15                  |
| 9  | АК7М2 + 0,05Sr +0,3 Ge                             | 615                       | 63                  | 154                            | 16                  |
| 10 | АК7М2 + 0,05Sr +0,6 Ge                             | 674                       | 69                  | 168                            | 17                  |
| 11 | АК7М2 + 0,05Sr +1,0 Ge                             | 690                       | 71                  | 172                            | 17                  |

### Обсуждение результатов

Влияние германия и стронция на механические свойства сплава АК7М2 представлено на рис.1. Микроструктуры сплавов приведены на рис. 2.

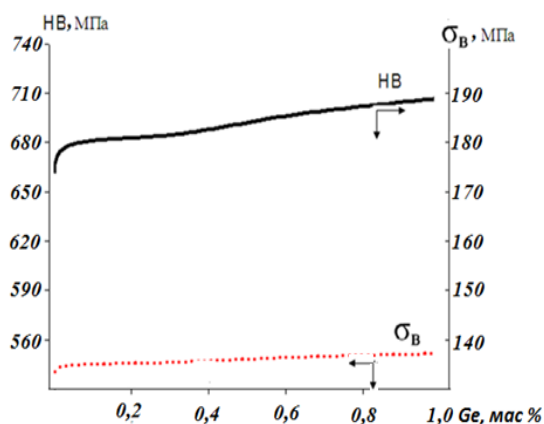


Рис. 1. Влияние германия и стронция на механические свойства сплава АК7М2

Как предел прочности, так и относительное удлинение образцов сплавов, легированных германием, достигают максимального значения при его содержании около 0,3% в присутствии стронция и сохраняют достаточно высокие значения до

1,0% (по массе) германия.

Результаты металлографических исследований согласуются с данными механических испытаний. Возрастание предела прочности на 8-10% при содержании германия 0,05% (по массе) можно объяснить его упрочняющим действием на алюминиевый твердый раствор. Данное количество германия, однако, недостаточно для выделения эвтектики в ориентированной каркасной форме (рис. 2а). Модифицирование стронцием уменьшает растворимость германия в алюминии, с одной стороны, и измельчает эвтектику Al-Si, с другой (рис. 3).

Дальнейшее увеличение содержания германия в интервале 0,5-1,0% (по массе) ведет к огрублению эвтектики, отрицательно сказываясь на механических свойствах и микроструктуре сплава (рис. 1 и 3б). Введение стронция не оказывает заметного влияния на предел прочности. Микроструктура оптимально легированного сплава состоит из  $\alpha$ -твердого раствора, тонко дифференцированной эвтектики ( $\alpha$  - Al+Si), также сложных интерметаллидов.

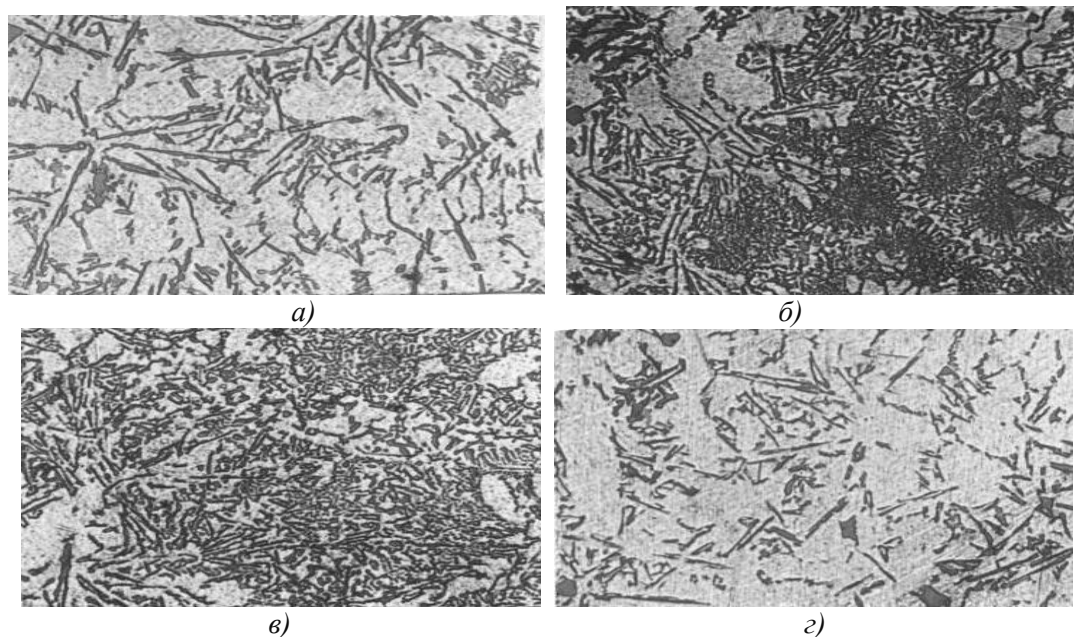


Рис. 2. Микроструктуры ( $\times 200$ ) сплава АК7М2 с добавками германия (% массе):

а) 0,05% Ge; б) 0,3% Ge;  
в) 0,6% Ge; г) 1,0% Ge.

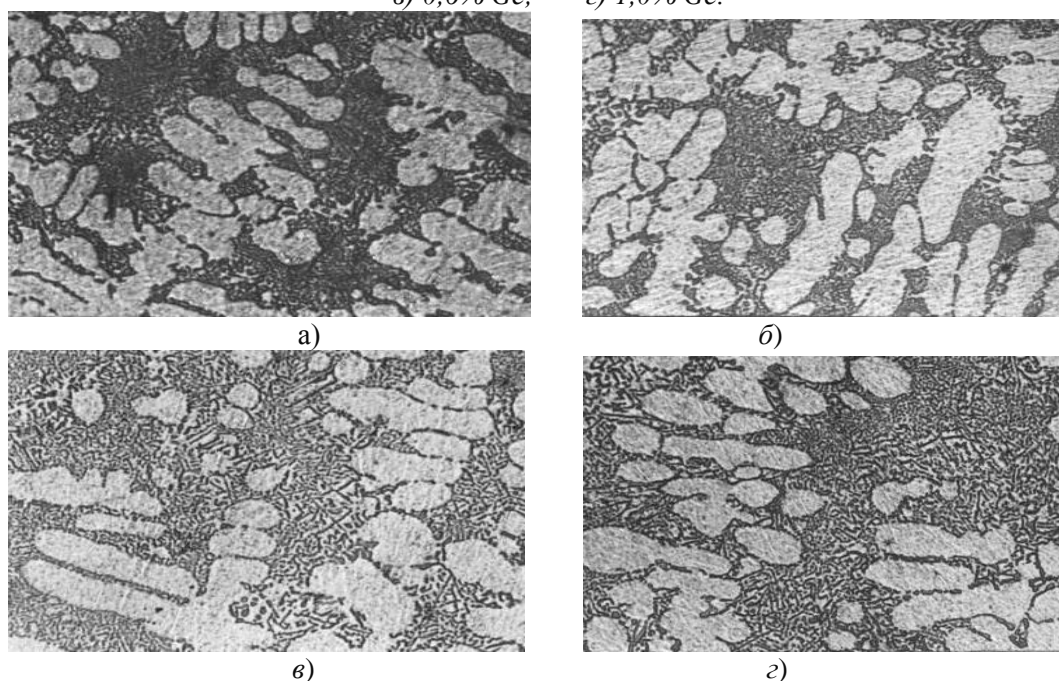


Рис. 3. Микроструктуры ( $\times 200$ ) сплава АК7М2+ 0,05% Sr с добавками германия (% массе):

а) 0,05% Ge; б) 0,3% Ge; в) 0,6% Ge; г) 1,0% Ge.

### Заклучение

Совместное введение в сплав АК7М2 стронция и германия обеспечивает высокую кооперативность совместного роста фаз в эвтектике, а также максимальное упрочнение  $\alpha$ - твердого раствора. Таким образом, путем введения во вторичный алюминиевый сплав АК7М2 0,05-1,0% Ge (по массе) удалось значительно повысить его механические свойства, особенно предел прочности и относительное удлинение. Кроме того, легирование сплава германием в указанных

количествах приводит к существенному улучшению литейных свойств - повышению жидкотекучести в 1,3 раза, уменьшению объема концентрированной усадочной раковины на 10-12%. Указанное положительное влияние германия на механические и литейно-технологические свойства сплава АК7М2 усиливаются в присутствии стронция[1-2].

**Литература:**

1. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Гулов С.С. Силумины, модифицированные элементами подгруппы германия и стронция. // Монография LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011. 142 с.
2. Ганиев И.Н., Пархутик П.А., Вахобов А.В., Куприянова И.Ю. Модифицирование силуминов стронцием. Минск: Наука и техника. 1985. 152 с.
3. Сангов М.М., Ганиев И.Н., Гулов С.С., Бердиев А.Э. Физико - химия силуминов с элементами подгруппы и РЗМ. // Монография LAP LAMBERT Academic Publishing. 2014. 142 с.
4. И.Н. Ганиев, Дж.Н. Алиев, З.Ф. Нарзуллоев // Влияние добавок железа и никеля на твердость сплавов Zn5Al и Zn55Al. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (41) – 2018. – С. 85-91.
5. Солнцев Ю.П. Металлы и сплавы. // Справочник. С. Питерб: НПО «Профессионал». 2002. 1053 с.
6. Горохов Ю.В., Шеркунов В.Г., Константинов И.Л. Методология исследования совмещенного процесса непрерывного литья и прессования металлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2015. Т. 15, № 2. С. 82–88
7. Милшцын К.Н., Кононов В.М. К вопросу о модифицировании литейных алюминиевых сплавов германием. - // Современные цветные сплавы и прогрессивные способы литья. - Ит.: МДНТП, 1974, с. 38-45.
8. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Ганиева Н.И., Давлатназарова Н.В. Влияние стронция и способов его введения в расплав на свойства и промышленные силумины // Изв. АН Республики Таджикистан. Отд. физ.-мат., хим., геол. И техн. наук. 2007. №1. С. 68-78.
9. Вахобов А.В., Ганиев Н.И. Стронций – эффективный модификатор силуминов. // Литейное производство. 2000. №5. с. 28.
10. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Ганиева Н.И. Разработка литейного алюминиевого сплава, модифицированного стронцием, для литья автомобильных колес. // Известия АНРТ Душанбе: Дониш 2007г., №3(128). с. 46-54.
11. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Сангов М.М., Бердиев А.Э. Политермические разрезы системы Al-Si-YAl<sub>2</sub>. // Доклады АНРТ, том 51. - Душанбе: Дониш, 2008, № 4. - с. 275- 278.
12. Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Гулов С.С. Влияние свинца на кинетику окисления

твердого сплава АК7М2 // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими, № 3. – Душанбе: ЧДДМ «Шинос», 2008. - с. 30 – 35.

13. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Бердиев А.Э., Гулов С.С. Коррозионное-электрохимическое поведение сплава АК7М2+0.05%Sr, легированного германием в среде 3%-ного раствора NaCl. // Доклады АНРТ, том 52. - Душанбе: Дониш, 2009, № 6. - с. 460- 464.

14. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Бердиев А.Э., Гулов С.С. // Электрохимическое поведение сплава АК7М2, легированного свинцом, в среде 3% электролита NaCl // Известия АНРТ Душанбе: Дониш 2011г., №3(144). с. 97-101.

15. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Сангов М.М., Бердиев А.Э. Кинетика окисления твердого сплава АК7М2, легированного германием // Журнал. Изв. ВУЗов. Химия химических технологий №3 2013г. с. 28-30. Т.56.

16. Ганиев И.Н., Бадурдинов С.Т., Бердиев А.Э., Гулов С.С. // Журнал Современный научный вестник (роснаука) – Приднепровский научный вестник №8 (144) 2013г. Ганиев И.Н., Гулов С.С., Бердиев А.Э. Кинетика окисления сплава АК7М2+0,05Sr, легированного германием // Журнал Изв. Вузов. Цветная металлургия. №3. 2014. МИСИС Москва 2014. с 97-101

**ТАЪСИРИ СТРОНСИЙ ВА ГЕРМАНИЙ  
БА ХОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ХҶЛАИ  
АК7М2**

*С.С. Гулов, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев*

Натиҷаҳои тадқиқи ҳосиятҳои механикӣ ва таҷрибаҳои ченкунии сахтии ҳулаҳои алюминии тамғаи АК7М2-и бо стронсий ва германий ҷавҳаронидашуда пешниҳодгардидааст. Ҳангоми иловаи германий нишондоди сахтии ҳулаҳои ибтидоӣ зиёд мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** ҳулаи алюминий, германий, стронсий, ҳулаи АК7М2, ҳосияти механикӣ, ченкунии сахтӣ.

**INFLUENCE OF STRONG AND  
GERMANY ON MECHANICAL  
PROPERTIES OF AK7M2 ALLOY**

*S.S. Gulov, I.N. Ganiyev A.E. Berdiyev*

The results of the investigation of mechanical properties and the analysis of the hardness measurement of aluminum alloy AK7M2 doped with strontium and germanium (Sr Ge,) have shown that the hardness of the initial alloys is enhanced by the addition of

germanium. In general, the addition of doped elements (Sr Ge,) to the initial АК7М2 alloy increases the hardness as a function of the addition of germanium and strontium.

**Key words:** alloy АК7М2- strontium - germanium - mechanical properties - densities of castings - measurements of hardness.

**Сведения об авторах:**

Гулов Саломидин Садриддинович – к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование»,

ТГУ имени академика М.С. Осими, моб. тел.: (992) 91-880-52-17, E-mail: [gulov72@mail.ru](mailto:gulov72@mail.ru)

Ганиев Изатулло Наврузович - д.х.н., проф., академик АН Республики Таджикистан, заведующий лабораторией «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И.Никитина, контактная тел.: (992)-935-72-88-99, E-mail: [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

Бердиев Асадкул Эгамович– к.т.н., ст. научный сотрудник лаборатории «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В. И. Никитина, контактная телефон: (992)-934-57-72-82, E-mail: [berdiev75@mail.ru](mailto:berdiev75@mail.ru)

УДК 669.715:620.193

ББК 34.1

**ВЛИЯНИЕ СТРОНЦИЯ НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА АК1, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ**

<sup>1</sup>С.Э. Отаджонов, <sup>2</sup>И.Н. Ганиев, <sup>1</sup>М. Махмудов, <sup>2</sup>М.М. Махмадизода

<sup>1</sup>Худжанский государственный университет имени Б. Гафурова

<sup>2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

*Термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие сплава АК1, легированного стронцием, с кислородом воздуха в интервале температур 723 - 823 К в твёрдом состоянии. Определены кинетические параметры процесса окисления. Показано, что по мере увеличения содержания легирующей добавки эффективная энергия активации процесса окисления снижается от 143.70 до 85.15 кДж/моль.*

**Ключевые слова:** сплав АК1, стронций, термогравиметрический метод, кинетика окисления, средняя скорость окисления, эффективная энергия активации.

В отечественной и зарубежной практике для создания тонких металлических плёнок при разработке интегральных микросхем наметился поворот от использования индивидуальных металлических материалов к сплавам на основе высокочистых металлов, содержащим два или более легирующих компонента. Такой поворот весьма естественен, поскольку при использовании в качестве проводникового материала чистых металлов возможен целый ряд технологических и эксплуатационных отклонений, устранить которые можно, используя процесс микролегирования. Однако на пути использования микролегирующих добавок возникает ряд проблем, незнание которых и пренебрежение ними может привести к отрицательным результатам. К числу таких проблем, прежде всего, относятся:

- выбор вида и оптимального состава добавок;

- примесная чистота легирующих компонентов, которая на сегодняшний день трудно разрешима;

- наличие стабильной технологии и надежной аппаратуры для получения сплавов высокой чистоты и отсутствие в достаточной степени разработанной теоретической базы для выбора нужных композиций [1-3].

К сожалению, на сегодняшний день остались незаслуженно обойденными вниманием исследователей вопросы разработки теоретических основ для выбора нужных композиций сплавов, к числу которых относятся исследования физико-химических свойств сплавов на основе осочистого алюминия. К числу таких систем можно отнести алюминиево-кремниевый сплав АК1 (Al+1мас.%Si).

Алюминий и кремний обладают различной природой межатомных взаимодействий. Так, для алюминия характерен металлический тип связей, а структура кристаллического кремния определяется ковалентной связью. При плавлении и значительном перегреве ковалентная связь металлизуется [4]. Этот процесс сопровождается затратой энергии, и для данной системы характерны большие избыточные энтропии смещения и отрицательные отклонения от закона Рауля [5]. Система Al-Si характеризуется асимметрией термодинамических величин, экспериментальные точки которых соответствуют эвтектическому составу [6].

Исследование кинетики окисления твердых металлов и сплавов с кислородом газовой фазы представляет научный и практический интерес. В процессе такого взаимодействия сплав загрязняется оксидными включениями, ухудшается качество поверхности, понижаются механические свойства изделий. Определение кинетических параметров и механизма окисления позволит получить дополнительную информацию о процессе окисления [7].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния стронция на кинетику окисления сплава АК1, на основе особоочищенного алюминия силуминов в твердом состоянии. Процесс окисления исследован методом термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов [8-9]. Для получения исследуемых сплавов при температурах 800–850<sup>0</sup>С была использована шахтная печь сопротивления типа СШОЛ. Шихтовка сплавов проводилась с учётом угара металлов. Для изучения влияния добавок стронция на кинетику окисления сплава АК1 были получены серии сплавов с содержанием стронция в диапазоне 0.01-1.0 мас. %.

Окисления сплавов в твердом состоянии проводили на воздухе при постоянной температуре 723, 773 и 823 К. По растяжению пружины с помощью катетометра КМ-8 измеряли изменения веса образцов. Для исследования использовались тигли диаметром 18-20 мм, высотой 25-26 мм из оксида алюминия. В работах [10-22] описаны использованные методики исследования кинетики окисления сплавов. Результаты массогравиметрического исследования кинетики окисления сплава АК1, легированного стронцием, приведены в таблице 1, которые показывают увеличение средней скорости окисления сплава АК1 в зависимости от состава в пределах концентрации добавок 0.01-1.0 мас. % стронция и температуры исследуемых сплавов. Так, средняя скорость окисления сплавов в интервале температур 723-823 К имеет величину  $3.75 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$  -  $5.00 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$  для исходного сплава АК1, а для сплава, с добавкой 1.0 мас. % стронция достигает величины  $4.46 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$  -  $5.83 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ , при тех же температурах. Эффективная энергия активации процесса окисления вышеуказанных сплавов при этом уменьшается соответственно от 143.70 до 85.15 кДж/моль. Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплавов зависят от структуры образующей оксидной плёнки.

Если образующаяся на образцах оксидная плёнка рыхлая, то процесс переноса кислорода через неё облегчается и, соответственно, увеличивается скорость окисления. Образование плотной пленки затрудняет транспорт кислорода через нее, что приводит к снижению скорости процесса. При окислении алюминия на нем образуется тонкая пленка оксида  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , благодаря которой металл устойчив на воздухе. Согласно данным [23] толщина оксидной пленки составляет 20-30 Å и состоит из двух слоев. Собственно оксидная пленка толщиной 9-10 Å и еще 10-12 Å приходится на толщину адсорбированного на поверхности кислорода. При температурах до 300<sup>0</sup>С толщина пленки достигает 300 Å, при 600<sup>0</sup>С - 2000 Å, а затем дальнейшее повышение температуры не приводит к росту плёнки. Внутренний слой оксидной пленки, примыкающий к алюминию, компактный и его толщина зависит от температуры. Внешний слой, наоборот пористый и его толщина зависит от продолжительности реакции и влажности окружающей среды. Р. Герлах и Ф. Хеннинг, исследуя процесс окисления алюминия чистотой 99,99% с помощью масс-спектрометрии вторичных ионов установили, что толщина оксидного слоя в интервале температур 660-700<sup>0</sup>С составляет 500-2900 Å.

Таблица 1.  
Кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава АК1 со стронцием

| Содержание стронция в сплаве АК1, мас. % | Температура окисления, К | Средняя скорость окисления, $\text{К}10^{-4}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ | Эффективная энергия активации окисления, кДж/моль |
|--|--------------------------|--|---|
| 0.0                                      | 723                      | 3.75   | 143.70  |
|  | 773                      | 4.44   |   |
|  | 823                      | 5.00   |   |
| 0.01                                     | 723                      | 3.88   | 136.85  |
|  | 773                      | 4.58   |   |
|  | 823                      | 5.18   |   |
| 0.05                                     | 723                      | 4.00   | 127.73  |
|  | 773                      | 4.66   |   |
|  | 823                      | 5.23   |   |
| 0.1                                      | 723                      | 4.16   | 114.96  |
|  | 773                      | 4.76   |   |
|  | 823                      | 5.41   |   |
| 0.5                                      | 723                      | 4.44   | 95.80   |
|  | 773                      | 5.00   |   |
|  | 823                      | 5.56   |   |
| 1.0                                      | 723                      | 4.66   | 85.15   |
|  | 773                      | 5.28   |   |
|  | 823                      | 5.83   |   |



В целом, по данным экспериментальных исследований кинетики окисления сплава АК1 со стронцием в твердом состоянии, установлено, что сплавы с добавкой 0.5 и 1.0 мас.% стронция обладают наибольшим значением средней скорости окисления и наименьшим значением эффективной энергии активации.

В качестве примера на рисунке 1 приведены кривые окисления, характеризующие изменение массы во времени для сплава АК1 со стронцием, при температуре 823 К. Процесс окисления протекает с диффузионными затруднениями и заканчивается на 25-40-й мин. При температуре 823 К максимальное значение величины  $\Delta g/s$  равняется  $20 \cdot 10^{-4}$  кг/м<sup>2</sup> и соответствует сплаву с 1,0 мас.% стронцием. Эффективная энергия активации окисления составляет 85.15 кДж/моль (табл. 1). Из рисунка видно, что за одинаковое время окисления изменение массы образца, отнесённое к единице поверхности, составляет  $15 \cdot 10^{-4}$  -  $20 \cdot 10^{-4}$  кг/м<sup>2</sup>.

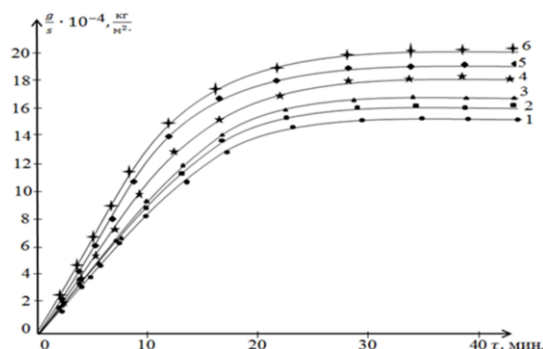


Рис. 1. Кинетические кривые окисления сплава АК1 (1), со стронцием, мас. %: 0.01 (2), 0.05(3), 0.1(4), 0.5(5), 1.0(6) при температуре 823К в твердом состоянии.

В таблице 2 приведены результаты обработки кривых окисления сплава АК1 со стронцием. Окисление сплавов подчиняется гиперболическому закону, что вытекает из кривых зависимостей  $(g/s)^2-t$ , которые не укладываются на прямые линии, а также из аналитических зависимостей  $y = Kt^n$ , где  $n=2 \div 6$  (табл. 2).

Таблица 2.

Результаты математической обработки кривых окисления сплава АК12 со стронцием, в твёрдом состоянии

| Содержание стронция в сплаве АК1, мас. % | Температура окисления, К | Полиномы кривых окисления   | Коэффициент регрессии R, % |
|--|--------------------------|---|----------------------------|
| 0.0                                      | 723                      | $y = 0,0001x^3 - 0,0157x^2 + 0,6835x$                                   | 0,990                      |
|  | 773                      | $y = -4E-06x^4 + 0,0007x^3 - 0,0477x^2 + 1,2745x$                       | 0,985                      |
|  | 823                      | $y = -6E-06x^4 + 0,001x^3 - 0,0593x^2 + 1,5212x$                        | 0,993                      |
| 0.01                                     | 723                      | $y = 0,0004x^3 - 0,0357x^2 + 1,0784x$                                   | 0,989                      |
|  | 773                      | $y = 0,0004x^3 - 0,0431x^2 + 1,3406x$                                   | 0,987                      |
|  | 823                      | $y = 0,0003x^3 - 0,0389x^2 + 1,4824x$                                   | 0,999                      |
| 0.05                                     | 723                      | $y = 0,0005x^3 - 0,0444x^2 + 1,1581x$                                   | 0,982                      |
|  | 773                      | $y = 0,0004x^3 - 0,0423x^2 + 1,3433x$                                   | 0,992                      |
|  | 823                      | $y = 0,0005x^3 - 0,0487x^2 + 1,5565x$                                   | 0,996                      |
| 0.1                                      | 723                      | $y = 2E-07x^6 - 2E-05x^5 + 0,001x^4 - 0,0205x^3 + 0,1425x^2 + 0,5478x$  | 0,995                      |
|  | 773                      | $y = -2E-06x^5 + 0,0002x^4 - 0,0076x^3 + 0,0717x^2 + 0,8362x$           | 0,997                      |
|  | 823                      | $y = -1E-06x^5 + 0,0001x^4 - 0,0035x^3 + 0,0125x^2 + 1,236x$            | 0,998                      |
| 0.5                                      | 723                      | $y = 9E-08x^6 - 1E-05x^5 + 0,0005x^4 - 0,0115x^3 + 0,0803x^2 + 0,4736x$ | 0,993                      |
|  | 773                      | $y = 8E-09x^6 - 3E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,009x^3 + 0,0928x^2 + 0,7038x$  | 0,997                      |
|  | 823                      | $y = -1E-08x^6 - 2E-07x^5 + 1E-04x^4 - 0,004x^3 + 0,0307x^2 + 1,1512x$  | 0,999                      |
| 1.0                                      | 723                      | $y = -2E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,0097x^3 + 0,1198x^2 + 0,3329x$           | 0,994                      |
|  | 773                      | $y = -3E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,0117x^3 + 0,1285x^2 + 0,6947x$           | 0,996                      |
|  | 823                      | $y = -6E-07x^5 + 7E-05x^4 - 0,0025x^3 + 0,0013x^2 + 1,3639x$            | 0,999                      |

Таким образом, термогравиметрическим методом исследовано влияние стронция

на кинетику окисления сплава АК1. Показано, что средняя скорость окисления

сплавов имеет порядок  $10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>. Выявлено, что добавки стронция в количествах 0.01-1.0 мас.% увеличивают окисляемость исходного сплава АК1. Эффективная энергия активации в зависимости от состава сплавов со стронцием снижается от 143.70 до 85.15 кДж/моль.

#### Литература:

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: СГТУ. 2013. 81с.
2. Фридляндера И.Н. Справочник алюминиевых сплавов (Состав, свойства, технология, применение.). Киев: Коминтех. 2005. 365 с.
3. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376 с.
4. Григорович О. Периодический закон Менделеева и электронное строение металлов. - М.: Наука, 1965. 157 с.
5. Ростовцев С.Т., Хитрик С.И., Емлин Б.И., Кандинов Е.И. //Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 1971, №2, С.61-65.
6. Лосева А.Ф, Альмухамедов А.И, Тюменцев В.Н., Лужкова М.А // ЖФХ. 1977. Т.51. №2. С. 495-496. Брикс Н., Майер Дж. Введение в высокотемпературное окисление металлов. -М.: Металлургия. 1987. 184 с. Лепинских Б.М., Киташев А.А., Белоусов А.А. Окисление жидких металлов и сплавов. -М.: Наука. 1979. 116 с.
7. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Бердиев А.Э. Влияние иттрия на кинетику окисления твёрдого сплава Al+2.0% Mg // ДАН Республики Таджикистан. -2013. -Т.56. - №7. -С.559-564.
8. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А. Физико – химия сплавов свинца с щелочноземельными металлами. Изд. дом Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 152 с.
9. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Бадурдинов С.Т., Абулхаев В.Д. Влияние неодима на кинетику окисления сплава АК12, в твердом состоянии // Доклады АН РТ. 2016, Т. 59. С. 509-513.
10. Джураева Л.Т., Ганиев И.Н. Окисление сплавов системы алюминий-лантан // Расплавы. 1990. № 5. С. 86.
11. Ганиев И.Н., Джураева Л.Т. Окисление сплавов системы алюминий-иттрий // Расплавы. 1990. № 6. С. 87.
12. Джураева Л.Т., Ганиев И.Н. Окисление сплавов системы алюминий-неодим // Расплавы. 1995. № 4. С. 35.
13. Ганиев И.Н., Олимов Н.С., Эшов Б.Б. Окисление жидких сплавов Al-Sn // Металлы. 2001. № 4. С. 33.
14. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Гулов С.С., Сангов М.М. Кинетика окисления твердого сплава АК7М2, легированного германием // Известия высших учебных заведений. Серия: химия и химическая технология. 2013. Т. 56. № 3. С. 28-30.
15. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Эшов Б.Б. Кинетика окисления сплавов Pb-Sa в жидком состоянии // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 11. С. 1894.
16. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Эшов Б.Б., Махмадуллоев Х.А. Кинетика окисления сплавов Pb-Sr (Ba) в жидком состоянии // Журнал физической химии. 2015. т. 89. № 10. С. 1568-1572.
- Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Ганиева Н.И. Влияние празеодима на кинетику окисления сплава AMg2, в твердом состоянии. // Металлы. 2015. № 4. С. 15-18.
17. Назаров Ш.А., Ганиев И. Н., Irene Calliari., Бердиев А.Э., Ганиева Н.И. Кинетика окисления сплава Al+6%Li, модифицированного лантаном в твердом состоянии // Металлы. 2018. №1. С. 34-40.
18. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Бердиев А.Э. Кинетика окисления сплава Al+2.0% Mg, легированного церием / // ДАН Республики Таджикистан. -2012. -Т.55. -№5. -С.407-411.
19. Ганиев И.Н., Ганиева Н.И., Эшова Д.Б. Особенности окисления алюминиевых расплавов с редкоземельными металлами // Металлы. 2018. №3. С. 39-47.
20. Окисление металлов / под редакций Ж. Бернара. -М.: металлургия. 1960. Т. II. 444 с.

#### ТАЪСИРИ СТРОНСИЙ БА КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ АК1 ДАР ҲОЛАТИ САХТӢ

*С.Э. Отаҷонов, И.Н. Ғаниев, М. Махмудов,  
М.М. Сангов*

Дар мақола натиҷаи омӯзиши таъсири стронсий ба оксидшавии хӯлаи АК1 дар ҳаво дар ҳарорати аз 723 то 823К бо усули термогравиметрӣ, оварда шудааст. Нишондиҳандаҳои кинетикии раванди оксидшавӣ муайян карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо зиёдшавии иловаи стронсий энергияи активатсияи раванди оксидшавӣ аз 143.15 то 85.15 кДж/мол кам мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** хӯлаи АК1, стронсий, усули термогравиметрӣ, кинетикаи

оксидшавӣ, суръати миёнаи оксидшавӣ, энергияи активатсия.

**EFFECT OF STRONTIUM ON THE KINETICS OF OXIDATION OF AK1 ALLOYS, IN A SOLID STATE**

*S.E. Otajonov, I.N. Ganiev, M. Mahmudov, M.M. Sangov*

The thermogravimetric method investigated interaction of AK1 alloy alloyed by strontium with air oxygen in the range of temperatures of 723 - 823 K in a firm state. Kinetic parameters of process of oxidation are determined. It is shown that in process of increase in content of the alloying additive effective energy of activation of process of oxidation decreases from 143.70 to 85.15 kJ/mol.

**Key words:** alloy AK1, neodymium, termogravimetric method, oxidation kinetics, the average oxidation rate, activation energy

**Сведения об авторах:**

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор кафедры «Технология химических производств» ТТУ имени академика М.С. Осими, академик АН РТ. Тел.: +992-93-572-88-99, E-mail: [ganiev48@mail.ru](mailto:ganiev48@mail.ru)

Махмудов Мухамаджон – к.х.н., доцент кафедры “Электроники” физико-технического факультета Худжандского государственного университета имени Б. Гафурова. Тел.: +992-92-912-90-95.

Отаджонов Сухроб Эргашалиевич – докторант PhD кафедры “Общей физики и твердого тела” Худжандского государственного университета имени Б. Гафурова.

Тел.: +992-92-833-38-30, E-mail: [suhrob.22.10.91@mail.ru](mailto:suhrob.22.10.91@mail.ru)

Махмадизода Муродали Махмади – к.т.н., доцент, декан факультета Инновационных технологий ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: [sangov72@mail.ru](mailto:sangov72@mail.ru)

УДК 669.89.86.85

**РАСЧЁТ ДВОЙНЫХ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ, ЕВРОПИЯ И ИТТЕРБИЯ С КРЕМНИЕМ**

*Т.Д. Джураев, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В работе приводятся результаты расчета узловых точек блоков взаимодействующих компонентов в двойных системах Ca, Sr, Ba, Eu и Yb с Si, а также их построенные диаграммы состояния.*

**Ключевые слова:** диаграммы состояния, двойные системы, щелочноземельные металлы, европий, иттербий, интерметаллические соединения, растворимость, эвтектика.

Применение щелочноземельных металлов (ЩЗМ) в виде лигатур на основе кремния имеет преимущественное значение, т.к. они обладают высоким сродством к кислороду, сере и практически мало растворимы в железе. Эти свойства открывают большие возможности для применения указанных металлов при обработке стали и чугуна [1].

Анализ литературных данных [2] по двойным диаграммам состояния ЩЗМ (Ca, Sr, Ba) с кремнием показал, что таковые построены. В системе Ca-Si экспериментально обнаружено пять соединений Ca<sub>2</sub>Si, Ca<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>, CaSi, Ca<sub>3</sub>Si<sub>4</sub> и CaSi<sub>2</sub>. Соединения CaSi и CaSi<sub>2</sub> плавятся конгруэнтно при температурах 1245 и 1000°C соответственно. Соединения Ca<sub>2</sub>Si и

Ca<sub>3</sub>Si<sub>4</sub> образуются по перитектическим реакциям при температурах 900 и 1020°C соответственно. В сплавах системы кристаллизуются три эвтектики: (Ca) + Ca<sub>2</sub>Si, Ca<sub>3</sub>Si<sub>4</sub> + CaSi<sub>2</sub>, CaSi<sub>2</sub>+(Si) соответственно при 760, ~970 и 980°C. Взаимная растворимость компонентов в твердом состоянии не изучена. В системе Sr-Si существуют два соединения SrSi и SrSi<sub>2</sub>, которые образуются с открытым максимумом непосредственно из расплава при температурах 1140 и 1150°C соответственно. При температурах 700, 1044 и 1000°C и содержания ~ 12, ~57 и ~76 % (ат.) Si кристаллизуются три эвтектики: (βSr) + SrSi, SrSi + SrSi<sub>2</sub> и SrSi<sub>2</sub> + (Si). Ориентировочная растворимость Sr в Si при эвтектической температуре 1000°C составляет 0.2% (ат.), а Si в Sr не установлена. В системе Ba-Si установлено существование двух интерметаллических соединений BaSi<sub>2</sub> и BaSi. Соединение BaSi<sub>2</sub> плавится конгруэнтно при температуре 1180°C, а соединение BaSi образуется по перитектической реакции при температуре 840°C. При температуре эвтектики растворимость Ba в Si составляет приблизительно 0.15% (ат.), а Si в Ba не установлено.

Как известно [3], диаграммы состояния двойных металлических систем являются основополагающими для изучения фазового состава, структурных составляющих, механических, технологических и других свойств промышленных сплавов. Если формализовать диаграммы состояния по основным параметрам, то можно выделить в них отдельные блоки (участки), включающие области существования твердых растворов, невариантных превращений, образования соединений и т.п. Имеющиеся в настоящее время эмпирические критерии и теоретические предпосылки [4] позволяют рассчитать отдельные блоки и построить гипотетические диаграммы состояния двойных систем.

Исходя из того, что координаты взаимной растворимости компонентов как в жидком, так и в твердом состояниях необходимы для разработки новых составов сплавов, лигатур и даже модификаторов, перед нами встала задача по определению координат узловых точек блоков вышеуказанных диаграмм состояний ЦЗМ-Si.

Для достижения поставленной цели нами была применена разработанная методика [4] расчета блоков с использованием в комплексе уравнений и формул двухзонной модели растворимости, Шредера-Ван-Лаара эвтектических концентрацией и температур.

В начале определялись границы растворимости в твердом состоянии по уравнению двухзонной модели. Затем растворимость в жидком состоянии и температуры невариантных точек рассчитывались по уравнению Шредера-Ван-Лаара. Температуры плавления соединений определялись с использованием корреляции температур с относительным ионизационным потенциалом.

Полученные в результате расчета значения предельной растворимости элементов друг в друге в твердом и жидком состояниях (% ат.) при температуре эвтектики ( $T_{\text{э}}$ ) со стороны блоков взаимодействующих компонентов приведены в таблице и на рисунке, где они показаны в сравнении с ранее известными в литературе данными.

Таблица.

Значения предельной растворимости элементов друг в друге в твердом и жидком состояниях (% ат.) при температуре эвтектики ( $T_{\text{э}}$ ) со стороны блоков взаимодействующих компонентов

| Система | Со стороны блока элемента |       |       |       |                       |                       | Со стороны блока кремния |       |       |       |                       |                       |
|---------|---------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------------|
|         | Расч.                     | Эксп. | Расч. | Эксп. | $T_{\text{э, расч.}}$ | $T_{\text{э, эксп.}}$ | Расч.                    | Эксп. | Расч. | Эксп. | $T_{\text{э, расч.}}$ | $T_{\text{э, эксп.}}$ |
| Ca-Si   | 1.58                      | -     | 13.9  | 3.8   | 749                   | 760                   | 1.53                     | -     | 13.55 | 32.0  | 939                   | 980                   |
| Sr-Si   | 0.78                      | -     | 11.9  | 12.0  | 706                   | 700                   | 1.83                     | 0.20  | 24.12 | 24.0  | 1084                  | 1000                  |
| Ba-Si   | 0.58                      | -     | 11.3  | 13.0  | 662                   | 630                   | 1.93                     | 0.15  | 30.02 | 23.0  | 1093                  | 1020                  |
| Eu-Si   | 0.53                      | -     | 10.9  | -     | 645                   | -                     | 1.20                     | -     | 14.00 | -     | 1115                  | -                     |
| Yb-Si   | 0.47                      | -     | 10.7  | -     | 625                   | -                     | 1.30                     | -     | 9.50  | -     | 1125                  | -                     |

Сравнительный анализ расчетных значений взаимной растворимости компонентов в системах ЦЗМ-Si показал (табл.), что они в зависимости от увеличения порядкового номера ЦЗМ закономерно изменяются. Другими словами, предельные растворимости подчиняются правилу Юм-Розери, когда с увеличением размерного фактора уменьшается растворимость.

Следует отметить также, что расчетные значения подчиняются вышеуказанной закономерности, а в экспериментальных данных наблюдаются отклонения от неё. По видимому, это связано с использованием более загрязненных исходных материалов при экспериментировании.

В периодической таблице Д.И. Менделеева существуют элементы кристаллохимические аналоги ЦЗМ, к числу которых относятся Eu и Yb. Поскольку в литературе имеются весьма скудные сведения [2],

касающиеся физико-химического взаимодействия в системах Eu-Si и Yb-Si, соответственно, не построены их диаграммы состояния, нами была осуществлена попытка их расчета.

С этой целью произведена экстраполяция температур плавления и разложения химических соединений в зависимости от порядкового номера ЦЗМ, Eu и Yb. В результате установлено, что образующиеся в системе Eu-Si химические соединения  $\text{EuSi}$  и  $\text{EuSi}_2$  плавятся конгруэнтно при температурах  $860^\circ\text{C}$  и  $1220^\circ\text{C}$  соответственно. В системе Yb-Si установленные [2] химические соединения  $\text{YbSi}$  и  $\text{YbSi}_2$ , согласно нашим расчётам, плавятся конгруэнтно при температурах  $820^\circ\text{C}$  и  $1235^\circ\text{C}$  соответственно, а соединение  $\text{Yb}_5\text{Si}_3$ -инконгруэнтно при  $760^\circ\text{C}$ .

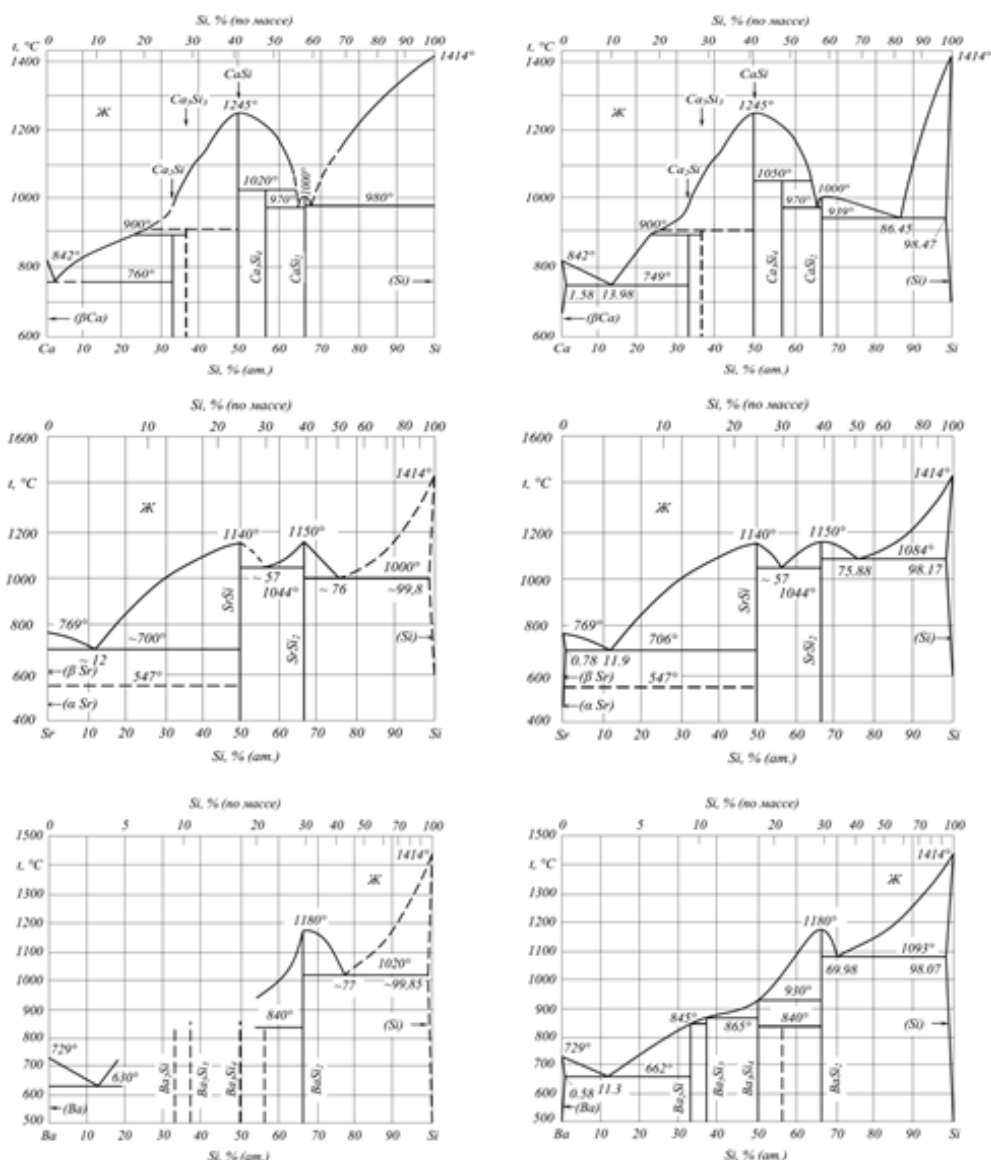


Рис. 1. Экспериментальные (слева) и расчетные (справа) диаграммы состояния Ca-Si, Sr-Si и Ba-Si

Координаты узловых точек блоков взаимодействующих компонентов в системах Eu-Si и Yb-Si рассчитывались с помощью вышеуказанной методики [4].

Полученные таким образом расчетные данные (табл.) позволили построить полные диаграммы состояния систем Ca (Sr, Ba)-Si (рис.1), Eu-Si и Yb-Si (рис. 2).

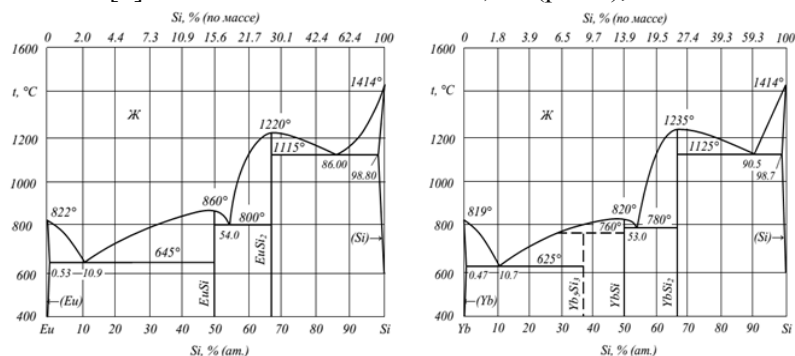


Рисунок 2. Расчетные диаграммы состояния Eu-Si и Yb-Si

Можно видеть (рис.2), что диаграммы состояния систем Eu-Si и Yb-Si характеризуются образованием химических соединений, эвтектических смесей и ограниченных твердых растворов на основании обоих

компонентов. Таким образом, при расчетах и построении диаграмм состояния систем Eu-Si и Yb-Si нами была использована аналогия большинства характеристик кальция, стронция и бария с европием и иттербием,

выражающаяся в одинаковом характере физико-химического взаимодействия и сходстве диаграмм состояния систем Ca-Si, Sr-Si, Ba-Si, Eu-Si и Yb-Si.

Являясь одной из первых попыток прогноза и установления взаимодействия в рассмотренных нами двойных системах европия и иттербия с кремнием, построенные их диаграммы состояния требуют дальнейшего уточнения и экспериментального подтверждения.

#### Литература:

1. Кожевников Г.Н., Зайко В.П., Рысс М.А. Электротермия лигатур щелочноземельных металлов с кремнием – М: Наука, 1978, 224с.
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001, т. 1-3, 992, 1024, 1320с.
3. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1978, 292с.
4. Джураев Т.Д. Физико-химические основы разработки композиций и сплавов кальция, стронция и бария // Дис. докт. хим. наук. М., 1991, 374с.

#### ҲИСОБИ ДИАГРАММАИ ҲОЛАТИ ДУЧАНДАИ МЕТАЛҲОИ ИШҚОРЗАМИНӢ, ЕВРОПИЙ ВА ИТТЕРБИЙ БО СИЛИТСИЙ

*Т.Д. Ҷураев, Ф.К. Раҳимов, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов*

Дар мақолаи мазкур усул ва натиҷаи ҳисоби нуктаи марказии блоки компонентҳои

ҳамчояшаванда дар системаҳои дучандаи Ca, Sr, Ba, Eu ва Yb бо Si ва сохтани диаграммаи ҳолати онҳо оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** диаграммаи ҳолат, системаҳои дучанда, металлҳои ишқорзаминӣ, пайвастагиҳои интерметаллиди, европий, иттербий, ҳалшавӣ, эвтектика.

#### CALCULATION OF DOUBLE CHARTS OF THE CONDITION OF ALKALINE-EARTH METALS, EUROPIUM AND YTTERBIUM WITH SILICON

*T. D. Juraev, F. K. Rakhimov, E. R. Gazizova, I. Sh. Muslimov*

The paper presents the method and results of calculating the nodal points of blocks of interacting components in double systems Ca, Sr, Ba, Eu and Yb with Si, as well as their constructed state diagrams.

**Key words:** state diagrams, double systems, alkaline earth metals, europium, ytterbium, intermetallic compounds, solubility, eutectic.

#### Сведения об авторах:

Джураев Тухтасун Джураевич – д.х.н., профессор кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail: mcm45@mail.ru*

Рахимов Фаррух Каюмович – к.х.н. и.о. доцента каф. «Металлургия» ТТУ им. ак. М.С. Осими *E-mail: rahimov\_83F@mail.ru*

Газизова Эльвира Рашитовна – к.х.н., и.о. доцента кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Муслимов Имомали Шохимардонович – заведующий кафедрой «Металлургия» ТТУ им. ак. М.С. Осими. *muslimov\_72@bk.ru*

#### РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА КЕРАМЗИТОБЕТОНА С ОРГАНИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КОЭФФИЦИЕНТА КОНСТРУКТИВНОГО КАЧЕСТВА

*А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В статье приведены результаты экспериментальных исследований составов керамзитобетона с органической добавкой из подмыльного щелока. Добавка способствует повышению пористости и прочности керамзитобетона, что приводит к увеличению его коэффициента конструктивного качества.

**Ключевые слова:** керамзитобетон, органическая добавка, подмыльный щелок, цемент, керамзит, объёмная масса, прочность, коэффициент конструктивного качества (ККК).

В работах [1-3] нами были опубликованы результаты исследования свойств керамзитобетона при введении в его состав органической добавки из подмыльного щелока (ПМЩ). Результаты были получены на составе легкого бетона марки М50 (класс В4). Добавка оказывала положительное влияние на снижение плотности и повышение прочности керамзитобетона. Исследования были продолжены на составах легкого бетона марок М75 (класс В5) и М100 (класс В7,5). Получены результаты не только при варьировании расхода добавки в составе

цемента, но и при варьировании количественного соотношения компонентов состава легкого бетона (цемент : песок : керамзит : вода) в разных пропорциях. Целью исследования было варьированием количества компонентов получить оптимальный состав легкого бетона с наибольшим коэффициентом конструктивного качества (ККК). Значение ККК вычислили как  $R/\gamma$ , где R - прочность бетона в МПа,  $\gamma$  - объёмная масса бетона в  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Легкобетонная смесь после определения её объёмной массы формировалась в образцы  $15 \times 15 \times 15$  см. Часть образцов подвергалась тепловлажной пропарке по режиму 2 x 6 x 2ч, другая часть твердела 28 сут в нормальных условиях. Часть образцов, подвергавшаяся тепловлажной пропарке, была высушена в сушильном шкафу при  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$  до достижения постоянной массы. Прочность и объёмную массу керамзитобетона определили для всех образцов.

Таблица 1.

Состав и свойства керамзитобетона с добавкой ПМЩ при постоянном расходе цемента

| Расход ПМЩ, % | Состав бетонной смеси (расходы компонентов в $1\text{ м}^3$ бетона, кг) |     |     | В/Ц  | Свойства керамзитобетонной смеси |                                 | Свойства керамзитобетона        |       |                                 |       |                                    |       |        |
|---------------|---|-----|-----|------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------|---------------------------------|-------|------------------------------------|-------|--------|
|               |   |     |     |      |                                  |                                 | после пропарки                  |       | после сушки                     |       | через 28 сут нормального твердения |       |        |
|               | Ц   | П   | К   |      | ОК см                            | $\gamma$ $\text{кг}/\text{м}^3$ | $\gamma$ $\text{кг}/\text{м}^3$ | R МПа | $\gamma$ $\text{кг}/\text{м}^3$ | R МПа | $\gamma$ $\text{кг}/\text{м}^3$    | R МПа | ККК    |
| -             |   |     |     | 0,60 | 1                                | 1173                            | 1168                            | 3,3   | 1030                            | 4,5   | 1050                               | 6,5   | 0,0062 |
| 0,5           | 240   | 200 | 600 | 0,55 | 1                                | 1058                            | 1032                            | 4,2   | 936                             | 4,5   | 950                                | 6,9   | 0,0073 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 2                                | 1004                            | 991                             | 3,5   | 929                             | 4,7   | 930                                | 6,7   | 0,0072 |
| -             |   |     |     | 0,60 | 2                                | 1187                            | 1184                            | 3,5   | 1070                            | 5,0   | 1084                               | 7,1   | 0,0066 |
| 0,5           | 240   | 220 | 580 | 0,55 | 1                                | 1080                            | 1068                            | 6,1   | 990                             | 7,0   | 980                                | 9,4   | 0,0100 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 2                                | 1054                            | 1070                            | 5,2   | 970                             | 6,1   | 965                                | 10,0  | 0,0103 |
| -             |   |     |     | 0,60 | 3                                | 1230                            | 1185                            | 4,5   | 1090                            | 5,4   | 1095                               | 6,8   | 0,0062 |
| 0,5           | 240   | 240 | 600 | 0,55 | 2                                | 1087                            | 1062                            | 5,5   | 1037                            | 7,6   | 1030                               | 9,8   | 0,0100 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 3                                | 1070                            | 1070                            | 6,3   | 1025                            | 8,1   | 1024                               | 10,4  | 0,0102 |
| -             |   |     |     | 0,60 | 1                                | 1233                            | 1211                            | 4,5   | 1096                            | 5,9   | 1110                               | 8,1   | 0,0073 |
| 0,5           | 240   | 250 | 600 | 0,55 | 0                                | 1085                            | 1073                            | 5,5   | 990                             | 7,6   | 1000                               | 10,0  | 0,0100 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 1                                | 1133                            | 1114                            | 6,1   | 1010                            | 8,1   | 1007                               | 10,5  | 0,0104 |

В таблице 1 приведены результаты испытания свойств керамзитобетона марки М75 (класс В5) при постоянстве расхода цемента введением в его ПМЩ в разных количествах. Расход органической добавки определён от расхода цемента. При постоянстве расхода цемента варьировали расходы заполнителей и значения водоцементного отношения (В/Ц). В качестве заполнителей использовали песок из тяжёлых горных пород и керамзитовый гравий фракции 5-20мм.

Добавка ПМЩ незначительно повышает подвижность легкобетонной смеси по осадке стандартного конуса (ОК). Она способствует поризации структуры легкого бетона, и при этом объёмная масса бетона снижается на 160-170  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Снижение объёмной массы легкого бетона не приводит к уменьшению его прочности. Во всех составах с органической добавкой прочность керамзитобетона выше чем для составов без неё. Возрастание прочности керамзитобетона, особенно в течение 28 сут естественного твердения, составляет до 53%. При варьировании расходов песка и керамзита и значения

В/Ц для всех составов без ПМЩ значение ККК изменяется в пределах от 0,0062 до 0,0073, в то же время для составов с органической добавкой ПМЩ значение ККК изменяется от 0,0072 до 0,0104, т.е. его возрастание составляет до 43 %.

Повышение прочности керамзитобетона позволило снизить удельный расход цемента. При этом также варьировали значения В/Ц и расхода органической добавки в более широких диапазонах. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что хотя расход цемента уменьшен на 10 %, повышение расхода органической добавки позволило увеличить прочность бетона при снижении его объёмной массы. В результате также повышается значение ККК до 65 %.

Для получения более экономного по расходу цемента керамзитобетона проведены исследования по дальнейшему уменьшению расхода цемента. Однако при этом, чтобы создавать достаточное количество цементно-песчаной смеси в структуре бетона увеличен удельный расход песка. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 2.

Состав и свойства керамзитобетона при варьировании расхода ПМЩ и величины В/Ц

| Расход ПМЩ, % | Состав керамзитобетонной смеси (расходы компонентов в 1 м <sup>3</sup> бетона, кг) |     |     | В/Ц  | Свойства керамзитобетонной смеси |                      | Свойства керамзитобетона |        |                      |        |                                    |        |        |
|---------------|--|-----|-----|------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------|----------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|
|               |  |     |     |      |                                  |                      | после пропарки           |        | после сушки          |        | через 28 сут нормального твердения |        |        |
|               | Ц  | П   | К   |      | ОК, см                           | γ, кг/м <sup>3</sup> | γ, кг/м <sup>3</sup>     | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup> | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup>               | R, МПа | ККК    |
| -             |  |     |     | 0,75 | 1                                | 1126                 | 1120                     | 5,5    | 1016                 | 6,0    | 1029                               | 6,5    | 0,0063 |
| 0,5           |  |     |     | 0,50 | 1                                | 1037                 | 1030                     | 4,2    | 965                  | 6,3    | 960                                | 7,8    | 0,0080 |
| 0,6           |  |     |     | 0,50 | 2                                | 1044                 | 1037                     | 6,5    | 978                  | 6,9    | 968                                | 8,2    | 0,0085 |
| 0,4           |  |     |     | 0,60 | 1                                | 1070                 | 1052                     | 5,4    | 965                  | 7,0    | 934                                | 7,8    | 0,0084 |
| 0,5           |  |     |     | 0,55 | 2                                | 1073                 | 1052                     | 6,5    | 963                  | 7,6    | 943                                | 8,1    | 0,0086 |
| 0,6           |  |     |     | 0,55 | 3                                | 1064                 | 1070                     | 6,3    | 969                  | 7,4    | 967                                | 8,7    | 0,0090 |
| 0,7           | 216  | 250 | 600 | 0,55 | 4                                | 1084                 | 1087                     | 6,2    | 972                  | 4,5    | 963                                | 7,6    | 0,0079 |
| 0,5           |  |     |     | 0,60 | 3                                | 1080                 | 1081                     | 6,8    | 990                  | 7,2    | 967                                | 8,7    | 0,0090 |
| 0,6           |  |     |     | 0,60 | 3                                | 1076                 | 1078                     | 6,5    | 1004                 | 7,8    | 980                                | 9,0    | 0,0092 |
| 0,4           |  |     |     | 0,70 | 2                                | 1068                 | 1075                     | 4,8    | 978                  | 5,6    | 980                                | 10,0   | 0,0102 |
| 0,5           |  |     |     | 0,70 | 3                                | 1096                 | 1090                     | 5,2    | 1000                 | 7,4    | 996                                | 10,2   | 0,0102 |
| 0,6           |  |     |     | 0,68 | 4                                | 1132                 | 1130                     | 5,0    | 1022                 | 6,7    | 1004                               | 10,4   | 0,0104 |
| 0,7           |  |     |     | 0,65 | 4                                | 1090                 | 1100                     | 4,4    | 993                  | 5,0    | 990                                | 9,1    | 0,0100 |

Увеличение расхода песка до 300кг/м<sup>3</sup> несколько увеличивает плотность керамзитобетона, при этом прочность бетона также незначительно повышается, однако значение ККК керамзитобетона практически находится на уровне ККК бетона с содержанием песка всего 250 кг/м<sup>3</sup>. Повышение плотности керамзитобетона приводит к снижению пористости

цементного камня, а это приводит к повышению теплопроводности керамзитобетона. Уменьшение расхода цемента с 216 до 200 кг/м<sup>3</sup> также нецелесообразно, т.к. при этом прочность керамзитобетона снижается ниже марочного показателя, следовательно, при этом снижается и его ККК.

Таблица 3.

Состав и свойства керамзитобетона М75(класс В5) со сниженным расходом цемента

| Расход ПМЩ, % | Состав керамзитобетонной смеси (расходы компонентов в 1 м <sup>3</sup> бетона, кг) |     |     | В/Ц  | Свойства керамзитобетонной смеси |                      | Свойства керамзитобетона |        |                      |        |                                    |        |        |
|---------------|--|-----|-----|------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------|----------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|
|               |  |     |     |      |                                  |                      | после пропарки           |        | после сушки          |        | через 28 сут нормального твердения |        |        |
|               | Ц  | П   | К   |      | ОК, см                           | γ, кг/м <sup>3</sup> | γ, кг/м <sup>3</sup>     | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup> | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup>               | R, МПа | Ккк    |
| -             | 216  | 300 | 600 | 0,7  | 2                                | 1247                 | 1245                     | 4,5    | 1155                 | 5,7    | 1158                               | 6,8    | 0,0059 |
| 0,5           |  |     |     | 0,6  | 2                                | 1130                 | 1127                     | 7,2    | 1034                 | 8,5    | 1020                               | 9,8    | 0,0100 |
| 0,6           |  |     |     | 0,6  | 3                                | 1110                 | 1106                     | 4,8    | 1037                 | 8,5    | 1000                               | 9,4    | 0,0094 |
| 0,4           |  |     |     | 0,6  | 1                                | 1102                 | 1108                     | 5,7    | 1008                 | 6,8    | 1002                               | 7,4    | 0,0074 |
| 0,5           |  |     |     | 0,56 | 1                                | 1085                 | 1070                     | 6,3    | 990                  | 8,0    | 980                                | 8,6    | 0,0088 |
| 0,6           |  |     |     | 0,55 | 2                                | 1095                 | 1087                     | 6,4    | 995                  | 7,8    | 993                                | 9,4    | 0,0098 |
| 0,7           |  |     |     | 0,55 | 4                                | 1118                 | 1132                     | 5,9    | 1036                 | 7,6    | 1030                               | 8,9    | 0,0086 |
| -             | 200  | 300 | 600 | 0,75 | 1                                | 1167                 | 1160                     | 3,5    | 1060                 | 3,9    | 1052                               | 5,0    | 0,0048 |
| 0,4           |  |     |     | 0,55 | 1                                | 1062                 | 1047                     | 3,9    | 984                  | 4,4    | 950                                | 6,3    | 0,0066 |
| 0,5           |  |     |     | 0,55 | 2                                | 1060                 | 1053                     | 4,2    | 948                  | 5,2    | 960                                | 6,1    | 0,0063 |
| 0,6           |  |     |     | 0,55 | 3                                | 1081                 | 1076                     | 4,5    | 994                  | 5,0    | 970                                | 6,7    | 0,0069 |

Для определения наиболее оптимального состава керамзитобетона, обеспечивающего наименьшую плотность при наибольшей прочности, варьировали расходы всех компонентов в пределах данных таблицы 4. Полученные результаты позволяют выбрать состав керамзитобетона с заданными

плотностью и прочностью. Варьирование состава керамзитобетонной смеси способствовало получению легкого бетона марок М100 (класс В7,5) и выше со сравнительно большими Ккк на основе обычного состава керамзитобетона марки М75 (класс В5).



Таблица 4.

Состав и свойства керамзитобетона при варьировании расходов всех компонентов

| Расход ПМЩ, % | Состав керамзитобетонной смеси (расходы компонентов в 1м <sup>3</sup> бетона, кг) |     |     | В/Ц  | Свойства керамзитобетонной смеси | Свойства керамзитобетона |                      |                      |        |                                    |        |                      |        |
|---------------|---|-----|-----|------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|--------|------------------------------------|--------|----------------------|--------|
|               |   |     |     |      |                                  | после пропарки           |                      | после сушки          |        | через 28 сут нормального твердения |        |                      |        |
|               | Ц   | П   | К   |      |                                  | ОК, см                   | γ, кг/м <sup>3</sup> | γ, кг/м <sup>3</sup> | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup>               | R, МПа | γ, кг/м <sup>3</sup> | R, МПа |
| -             |   |     |     | 0,6  | 1                                | 1156                     | 1150                 | 3,9                  | 1054   | 5,4                                | 1050   | 8,6                  | 0,0082 |
| 0,5           | 250   | 250 | 600 | 0,5  | 1                                | 1110                     | 1105                 | 5,4                  | 1000   | 6,1                                | 1010   | 10,4                 | 0,0103 |
| 0,6           |   |     |     | 0,45 | 1                                | 1112                     | 1110                 | 6,5                  | 1004   | 6,6                                | 1000   | 11,2                 | 0,0112 |
| 0,6           |   |     |     | 0,40 | 0                                | 1086                     | 1090                 | 6,2                  | 1013   | 7,0                                | 1008   | 10,5                 | 0,0104 |
| -             |   |     |     | 0,70 | 1                                | 1125                     | 1120                 | 4,2                  | 1040   | 5,0                                | 1036   | 7,2                  | 0,0069 |
| 0,5           | 230   | 250 | 600 | 0,55 | 1                                | 1102                     | 1100                 | 6,3                  | 1020   | 7,2                                | 1022   | 11,0                 | 0,0108 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 1                                | 1075                     | 1068                 | 5,4                  | 998    | 6,5                                | 994    | 10,4                 | 0,0105 |
| 0,6           |   |     |     | 0,45 | 0                                | 1100                     | 1090                 | 5,0                  | 1000   | 6,7                                | 996    | 10,8                 | 0,0108 |
| -             |   |     |     | 0,70 | 2                                | 1129                     | 1130                 | 6,0                  | 1056   | 7,0                                | 1052   | 8,4                  | 0,0080 |
| 0,5           | 230   | 300 | 600 | 0,55 | 1                                | 1120                     | 1093                 | 8,7                  | 995    | 10,2                               | 998    | 11,6                 | 0,0116 |
| 0,6           |   |     |     | 0,50 | 2                                | 1045                     | 1040                 | 9,1                  | 930    | 10,8                               | 972    | 12,0                 | 0,0123 |
| 0,8           |   |     |     | 0,45 | 3                                | 1040                     | 1043                 | 8,0                  | 952    | 6,4                                | 950    | 8,4                  | 0,0088 |
| -             |   |     |     | 0,65 | 1                                | 1298                     | 1290                 | 7,0                  | 1170   | 7,5                                | 1170   | 8,8                  | 0,0075 |
| 0,6           | 234   | 400 | 550 | 0,60 | 2                                | 1225                     | 1232                 | 9,6                  | 1110   | 10,8                               | 1120   | 13,0                 | 0,0116 |
| 0,7           |   |     |     | 0,55 | 2                                | 1200                     | 1204                 | 10,3                 | 1104   | 10,6                               | 1123   | 11,7                 | 0,0104 |
| 0,8           |   |     |     | 0,55 | 3                                | 1203                     | 1200                 | 7,2                  | 1068   | 8,3                                | 1085   | 8,6                  | 0,0079 |

Таким образом, использование органической добавки из ПМЩ в составе легкого бетона из керамзита и тяжелого песка позволяет одновременно увеличить пористость и прочность цементного камня в нём, что приводит к повышению коэффициента конструктивного качества таких бетонов, уменьшению теплопроводности их теплопроводности и экономии цемента.

#### Литература:

1. Шарифов А., Шарипов Ф.Б. Влияние некоторых химических добавок на свойства цементного теста. Политехнический вестник Таджикского технического университета. Серия: Инженерные исследования №1 (33) 2016. С.28-32

2. Шарифов А., Шарипов Ф.Б. Изучение подмыльного щёлоча на свойства цементного раствора. Материалы научно-практической конференции “Безопасность движения и инновационного деятельности транспортной сфере” Душанбе. 2017. 29-30 июнь. С.71-73

3. Шарифов А., Шарипов Ф.Б., Акромов А.А. Низкомарочный керамзитобетон с воздухововлекающей химической добавкой. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования №3(42), Душанбе: «Шинос». 2018. С. 70–74

#### БА НИЗОМ ДАРОВАРДАНИ ТАРКИБИ КЕРАМЗИТОБЕТОНИ ИЛОВАГИИ ОРГАНИКИДОШТА БАРОИ ЗИЁД НАМУДАНИ КОЭФФИТСИЕНТИ СИФАТИИ СОХТОРИ ОН

*А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акромов*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти амалии таркиб ва хосиятҳои керамзитбетони иловагии органикии ишқори собундошта оварда шудаанд. Иловагии органикии ковоки ва мустаҳкамии керамзитобетонро меафзояд, ки барои баланд шудани коэффитсиенти сифатии сохтори он мусоидат мекунад.

**Калимаҳои калидӣ:** керамзитбетон, иловаи органикии, ишқори собун, семент, керамзит, массаи ҳаҷмӣ, мустаҳкамӣ.

#### REGULATION OF THE COMPOSITION OF EXPANDED CLAY CONCRETE WITH AN ORGANIC ADDITIVE TO INCREASE ITS COEFFICIENT OF CONSTRUCTIVE QUALITIES

*A. Sharifov, F.B. Sharipov, A.A. Akramov*

The article presents the results of experimental studies of the claydite-concrete composition with an organic additive from submill liquor. The additive contributes to the increase of porosity and strength of claydite-concrete, which leads to an increase in its coefficient of structural quality.

**Key words:** expanded clay concrete, organic additive, podmilny lye, cement, expanded clay, bulk weight, strength.

**Сведения об авторах:**

Шарифов Абдумумин – д.т.н., проф. кафедры «Технология химического производства» ТГУ имени акад. М.С. Осими. E-mail: [Sharifov49@mail.ru](mailto:Sharifov49@mail.ru)

Шарипов Фарход Баротович – ст. преп. кафедры «Теоретическая механика и

сопротивление материалов» ТГУ им. акад. М.С. Осими. E-mail: [abdullo.1982@mail.ru](mailto:abdullo.1982@mail.ru)

Акрамов Авазжон Абдуллоевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» ТГУ имени академика М.С. Осими. E-mail: [akramov.avaz@mail.ru](mailto:akramov.avaz@mail.ru)

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЦИАНИРОВАНИЯ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДУОБА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА**

*Дж.Б. Асриев, Ш.Р. Самихов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими  
Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан*

*В лабораторных условиях проведены исследования по цианированию золотосодержащих руд месторождения Дуоба. Показано, что для интенсификации скорости процесса цианирования его следует вести на предварительно обожженной руде.*

**Ключевые слова:** *месторождение, руда, извлечение, выщелачивание, цианирование, золото, серебро.*

Среди различных типов золотосодержащих руд особое место занимают руды, в которых золото находится в состоянии тонкой дисперсии в сульфидных минералах, чаще всего в арсенопирите и пирите.

По пригодности к переработке такие руды являются трудно перерабатываемыми традиционными методами. Под понятием упорность руды подразумевается вкрапленность золота в сульфидных минералах (пирите и арсенопирите), а также наличие мышьяка и углерода в руде.

Основным методом переработки золотосодержащих руд является цианистый. Селективность цианида по отношению к золоту и серебру, а также сочетание процессов растворения и осаждения благородных металлов в цианидном растворе делает технологию цианирования золотосодержащих руд весьма эффективной [1-3].

Полнота извлечения золота и серебра при цианировании зависит от целого ряда факторов, главным из которых является характер связи драгоценных металлов с рудными и порообразующими минералами [4,5].

Наличие в рудах тонковкрапленного золота является одной из главных причин технологической упорности золоторудного сырья. При этом, естественно, имеется в виду, что минералы, являющиеся носителями тонковкрапленного золота, должны обладать плотной механической структурой, абсолютно непроницаемой для цианистых растворов.

Именно совокупность двух факторов: плотность структуры минеральных зерен плюс дисперсность заключенного в них золота и обуславливают технологическую упорность золотых руд и концентратов в гидрометаллургическом процессе.

В руды месторождения Дуоба выделены 6 парагенетических минеральных ассоциаций: пирит – доломит – слюдисто-кварцевая, золото – арсенопирит – пирит – анкерит – кварц - ортоклазовая, золото – пирит – арсенопирит - ортоклазовая, полисульфидная, антимонит – альбит - анкерит - кварцевая и кварц - кальцитовая.

Самородное золото имеет две формы нахождения в рудах: субдисперсную, невидимую под микроскопом (клемперт), маловидную, тонкодисперсную, видимую под микроскопом.

В результате изучения руд и вмещающих пород месторождения обнаружено 22 рудных и 28 нерудных минералов, из них пирит, арсенопирит, антимонит, совместно с кварцем, карбонатами, полевыми шпатами, слюдами и углистым веществам дают заметные исцеления. Остальные встречаются в виде рассеянной вкрапленности мелких размеров.

Содержание основных компонентов руды Дуоба составляют: Au 3,80 г/т, Ag 4,32 г/т, As – 0,61 %, Cu – 0,09 %.

В лабораторных условиях проведены исследования по выщелачиванию золота и серебра из руд месторождений Дуоба методом цианирования. Измельчение руды проводилось в лабораторной шаровой мельнице с поворотной осью при соотношении Т:Ж:Ш = 1:1:8. Измельчали руду до тонины помола руды, равной 80% класса «-0,074 мм».

Так как руда твердая, то и измельчается она дольше обычной. Время измельчения руды Дуоба было изучено и результаты показаны в следующем рисунке 1:

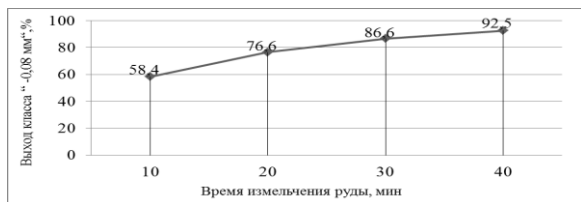


Рис. 1. Диаграмма степени измельчения руды Дуоба

Опыты по выщелачиванию руды проводились в стеклянных стаканах емкостью 1000 мл, мешалки применялись стеклянные с двумя лопастями. Навески руды для исследований брали по 100 г. Отношение Т:Ж – 1:2. Навеска руды загружалась в склянку, куда приливался раствор цианида и производилось перемешивание в течение

определённого промежутка времени. Через 2,4,8,24 часов после начала опыта мешалку останавливали и производился отбор аликвоты для определения рН и концентрации золота.

Полученные результаты лабораторных исследований по цианированию руды месторождения Дуоба представлены в таблице 1.

Как видно данных из таблицы 1, из различных проб руды за 30 часов в раствор выщелачивается от 50,6 до 76,2 % золота. В тоже время значительно меньше степень выщелачивания в раствор серебра.

Таблица 1.

Результаты лабораторных опытов по цианированию руды месторождения Дуоба

| № опыта | Сод. Au в исходной руде, г/т | Сод. Ag в исходной руде, г/т | Концентрация Au, мг/л | Концентрация Ag, мг/л | Степень извлечения Au, % | Степень извлечения Ag, % | Расход NaCN, кг/т | Расход CaO, кг/т |
|---------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| 1       | 3,90                         | 8,31                         | 1,466                 | 2,576                 | 56,4                     | 46,5                     | 0,487             | 1,8              |
| 2       | 4,10                         | 12,50                        | 1,383                 | 3,733                 | 50,6                     | 44,8                     | 0,473             | 2,0              |
| 3       | 3,80                         | 6,34                         | 1,930                 | 2,084                 | 76,2                     | 49,3                     | 0,510             | 1,7              |

С целью улучшения процесса цианидного выщелачивания пробы руды подвергали обжигу при температуре 600 °С в течение 2 ч. В процессе обжига происходит окисление упорных золотосульфидных минералов, что

приводит к вскрытию содержащегося в них золота.

Результаты исследования представлены в таблице 2. и рисунке 2.

Таблица 2.

Результаты цианирования руды месторождения Дуоба

| Время | Условия опытов |           |           |         | Раствор, мг/л |      | Извлечение, % |       |      |      |
|-------|----------------|-----------|-----------|---------|---------------|------|---------------|-------|------|------|
|       | Руда (г)       | Вода (мл) | NaCN (гр) | CaO (г) | NaCN (мг/л)   | pH   | Au            | Ag    |      |      |
|       | 1000           | 1500      | 0,6       | 3       | 600           | 7,5  | 0             | 0     |      |      |
| 2     |                |           |           |         | 465           | 10,2 | 1,084         | 0,871 | 42,8 | 20,6 |
| 4     |                |           |           |         | 420           | 10,3 | 1,533         | 1,471 | 60,5 | 34,8 |
| 8     |                |           |           |         | 348           | 10,4 | 1,786         | 2,016 | 70,5 | 47,7 |
| 24    |                |           |           |         | 310           | 10,2 | 2,186         | 2,460 | 86,3 | 58,2 |
| 30    |                |           |           |         | 298           | 9,3  | 2,212         | 2,557 | 87,3 | 60,5 |

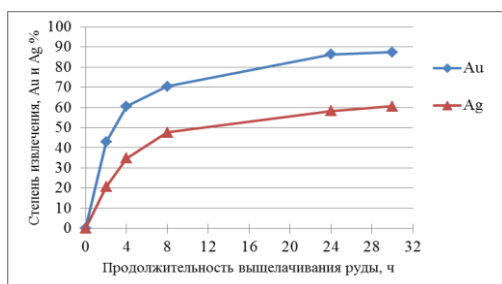


Рис. 2. Зависимость степени извлечения Au и Ag от времени цианирования руды месторождения Дуоба.

Как видно из рисунка 2, из руды этого месторождения за 8 часов в раствор выщелачивается от 70,5 % золота. После 30

часов цианирования извлекается в раствор всего 87,3 % золота.

Серебра за 8 ч выщелачивается всего от 47,7 %. В последующий период времени серебро продолжает переходить в раствор и за 30 ч степень извлечения серебра достигает 60,5 %.

**Литература:**

- Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. *Металлургия благородных металлов*. М: *Металлургия*, 1987. –432 с.
- Самихов Ш.Р., Зинченко З.А. *Изучение кинетики процесса цианирования золотосодержащих руд Таджикистана*.

Известия Академии Наук РТ. – Душанбе, 2012. – №1 (146). – С. 85 – 87.

3. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А. Кинетика разложения сульфидно – мышьяковых концентратов месторождения Чоре. Вестник Таджикского технического университета – 2009. – № 8. – С. 21 – 24.

4. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра. М: МИСиС, 2001. – 336 с.

5. Самихов Ш.Р., Махмудов Х.А. Изучение кинетики процесса цианирования золота из руды месторождения Иккижелон. Вестник Таджикского национального университета. – 2015. – № 1/6 (191). – С. 102 – 105.

### ОМУЗИШИ РАВАНДИ СИАНОНИИ ТИЛЛО ВА НУҚРА АЗ МАЪДАНҲОИ КОНИ ДУОБА

**Ҷ.Б. Асриев, Ш.Р. Самихов**

Дар шароити озмоишгоҳи тадқиқот оид ба сианонии маъданҳои тиллодори кони Дуоба гузаронида шуд. Нишон дода шудааст, ки барои тезонидани раванди сианидкунонӣ онро баъди гудозиши пешакии маъдан бояд амалӣ намуд.

### ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ГРУНТОИЗВЕСТКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

**М.А. Сулейманова, Д.Х. Худойкулов, М.Э. Саидов**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В последнее время для укрепления лессовых просадочных и слабых водонасыщенных грунтов применяются различные смеси: грунтоцементные, щебёночногрунтовые, грунтоизвестковые и т.п. Известно, что в мировой практике площадь оснований и покрытий из укрепленных грунтов в дорожном, аэродромном, жилищном и промышленном строительстве составляют внушительные цифры, а значительную часть из них занимают грунты, укрепленные известью.*

*В статье приведены результаты исследования составляющих компонентов грунтоизвестковых смесей методами химического анализа.*

**Ключевые слова:** *грунтоизвестковая смесь, валовый анализ, силикатный анализ, химический анализ, лессовые грунты, водная вытяжка, скорость гашения, навеска, грунтовая вода, катионы.*

При смешивании извести с грунтом происходят процессы взаимодействия извест-

**Калимаҳои калидӣ:** кон, маъдан, чудошавӣ, ишқоронӣ, сианидкунонӣ, тилло, нуқра.

### **FIELD DUOBA ORE CYANATION PROCESS STUDING FOR EXTRACTION OF GOLD AND SILVER**

**J.B.Asriev, SH.R.Samikhov**

A study of cyanidation process of gold containing ores of Duooba deposit was carried out in laboratory. It is shown that the intensification of cyanidation process must follow ore roasting.

**Key words:** deposit, ores, extraction, leaching, cyanidation, gold, silver.

### **Сведения об авторах:**

Самихов Шонавруз Рахимович – зав. лабораторией обогащения руд Института химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, автор свыше 100 научных работ, область научных интересов – обогащение и гидрометаллургия цветных и благородных металлов.

Асриев Джононидин – аспирант Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, автор 4 научных работ.

ти с влагой с выделением определенного количества тепла. Для изучения этих процессов произведено исследование состава компонентов грунтоизвестковых смесей химическими методами анализа с применением инструментальных способов классической аналитической химии [1].

Химические методы анализа основаны на превращении анализируемого вещества в новое соединение, которое обладает свойствами, позволяющими установить образование этого соединения или количественно определить его.

Количественное определение вещества можно производить гравиметрическим (весовым) или титриметрическим (объемным) анализом.

Гравиметрические методы подразделяют на две группы: 1) методы отгонки; 2) методы осаждения.

Гравиметрический анализ является наиболее точным из химических методов анализа. Область применения его весьма

широка, т.к. каждый элемент (за единичными исключениями) образует те или иные малорастворимые соединения, в виде которых он может быть количественно определен гравиметрическим методом. Однако этот метод имеет и весьма крупный недостаток, заключающийся в длительности определений.

Титриметрический анализ в отношении скорости выполнения дает огромное преимущество по сравнению с гравиметрическим анализом. Ускорение определений достигается благодаря тому, что вместо взвешивания продукта реакции при титриметрическом анализе измеряют объем затрачиваемого на его проведение раствора реагента, концентрацию (или титр), которая всегда точно известна. Таким образом, в титриметрическом (объемном) анализе количественное определение химических веществ осуществляется чаще всего путем точного измерения объемов растворов двух веществ, вступающих между собой в реакцию. В связи с тем, что основными компонентами грунтоизвестковых смесей являются лессовые грунты нарушенной структуры, молотая негашенная известь и грунтовая вода, то возникла необходимость в проведении исследований, позволяющих установить их валовый или элементный составы, т.е. получить представление об общем содержании химических элементов.

Валовой анализ грунта включает определение гигроскопической воды, потери при прокаливании, а также элементов, входящих в состав минеральной части грунта:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$ . Определение гигроскопической воды, потери при прокаливании, щелочных элементов калия и натрия, железа закисного  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и углекислого газа  $\text{CO}_2$  проводят из отдельных навесок [2].

Водная вытяжка дает представление о содержании в грунте водорастворимых веществ и является основным методом исследования засоленных грунтов, позволяющих установить степень и характер их засоления. Действие воды на грунт состоит в растворении простых солей, частично гумусовых веществ и кремнекислых соединений, а также в разложении сложных силикатов.

По степени растворимости в воде простые соли разделяются на легко-, средне- и малорастворимые. Установлено, что при трехминутном взбалтывании грунта с водой при отношении грунта в воде 1:50 в водную вытяжку переходят все легкорастворимые соли.

В водной вытяжке определяют: рН-вытяжки, сухой остаток, прокаленный остаток, общую щелочность ( $\text{HCO}_3^-$ ), хлорид-ион ( $\text{Cl}^-$ ), сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ионы кальция ( $\text{Ca}^{++}$ ), магния ( $\text{Mg}^{++}$ ), натрия ( $\text{Na}^+$ ) и калий ( $\text{K}^+$ ).

Результаты анализа водных вытяжек представляют в процентах с точностью до третьего десятичного знака и в миллиграмм-эквивалентах на 100 грунта с точностью до второго десятичного знака.

Для выявления причин засоления грунтов дополнительно к анализу водных вытяжек проводят анализ грунтовых вод. Результаты анализа выражают в миллиграмм-эквивалентах на 1 литр воды.

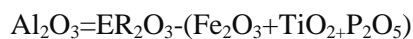
В грунтовых водах определяют рН воды, общую щелочность ( $\text{HCO}_3^-$ ), ионы кальция ( $\text{Ca}^{++}$ ), магния ( $\text{Mg}^{++}$ ), натрия ( $\text{Na}^+$ ), калия ( $\text{K}^+$ ), хлора ( $\text{Cl}^-$ ) и сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) [121]. Качество воздушной извести оценивается по разным показателям, основным из которых является содержание в ней свободных окисей кальция и магния (активность извести). Определение окисей кальция и магния можно проводить комплексо-метрическим или методом кислотно-основного титрования [2].

Содержание железа, углекислого газа, щелочных элементов определяют теми же способами, что и при анализе грунтов.

Результаты химических исследований составляющих компонентов грунтоизвестковых смесей приведены в таблицах 1; 2; 3 и 4.

Химический анализ грунтоизвестковых смесей был проведен по схеме силикатного анализа [3] по следующей методике:

Навеска исследуемой пробы разлагается сплавлением с (*б/в*) при температуре  $1000^\circ\text{C}$  в муфеле в течении 1,5 часа. Сплав выщелачивается соляной кислотой (1:1). Полученный раствор упаривают в водяной бане до влажных солей. Затем выделяют окись кремния в виде кремниевой кислоты  $\text{HCl}$  – желатинным методом. Из фильтрата после выделения  $\text{SiO}_2$  отбирают аликвот для определения полуторных окислов  $\text{R}_2\text{O}_3$ . Осаждение полуторных окислов было проведено аммиачным способом. После выделения полуторных окислов были определены окислы магния и кальция по методу комплексометрического титрования. Окислы фосфора, железа, титана были определены в фильтрате после выделения окиси кремния. Эти элементы определены колориметрическим методом. Окись алюминия рассчитывалась по разности:



Углекислый газ, гигроскопическая вода, потери при прокаливании определялись прокаливанием навески в муфеле при температуре 1000°C в течение 30 мин.

Валовый анализ грунтов показал, что их химический состав зависит от состава минеральных частиц и характеризуется высоким содержанием кремнезема (SiO<sub>2</sub>) – 60 - 75 %, полуторных окислов (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) -7-14%, окиси кальция (CaO)-10№ 12%, окиси алюминия 6-10%, окиси железа (FeO)-2-2,5%, окиси магния (MgO) -1-3% и др. (табл. 1).

В природной воде среди катионов чаще всего встречаются кальций (Ca<sup>++</sup>) и магний (Mg<sup>++</sup>), затем натрий (Na<sup>+</sup>) и калий (U<sup>+</sup>), а среди анионов-хлор (Cl<sup>-</sup>), сульфат (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), гидрокарбонат (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Растворенные в воде соли находятся в подвижном равновесии с твердой фазой грунтов и взаимодействуют с ней. В коллоидальном состоянии находится крем-ниевая кислота и полуторные окислы. Среднее значение рН увеличивается. В районах развития известняков, солонцеватых глин и солонцеватых почв величина рН воды может достигать 9-10.

Исследование грунтовой воды экспериментальной площадки ЯЭХЗ показала, что общая минерализация воды составляет 137,94 мг. экв/л, а рН воды-12. Данные анализа указывают на то, что грунтовая вода является агрессивной (содержание анионов HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup> табл. 1).

Таблица 1.

Результаты анализа грунтовых вод (ЯЭХЗ)

| № п/п | Состав грунтовой воды         | Миллиграмм-эквивалент литр |
|-------|-------------------------------|----------------------------|
| 1     | РН                            | 12                         |
| 2     | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 42,0                       |
| 3     | Ca <sup>++</sup>              | 4,20                       |
| 4     | Mg <sup>++</sup>              | -                          |
| 5     | Cl <sup>-</sup>               | 54,28                      |
| 6     | S <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | 28,50                      |
| 7     | K <sup>+</sup>                | 0,69                       |
| 8     | Na <sup>+</sup>               | 18,27                      |

В водной вытяжке преобладают анионы HCO<sub>2</sub><sup>-</sup> и SO<sub>4</sub> и катионы Ca<sup>++</sup> и Mg<sup>++</sup>. Лессовые грунты имеют сравнительно небольшую емкость поглощения. Для экспериментальной площадки ЯЭХЗ – 32,87 мг-экв. Среди обменных катионов преобладают ионы кальция (для ЯЭХЗ – 13,67 мг-экв) и магния (для ЯЭХЗ – 3,08 мг-экв), а для грунта с экспериментальной площадки Яванского электрохимического завода наибольшей обменной способностью, по сравнению с

ионами кальция и магния, обладает сульфат-ион (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) – 15,42 мг-экв (таблица 2).

Валовый химический анализ грунтов, водной вытяжки и грунтовой воды позволяют отнести лессовые породы Яванского электрохимического завода к категории солончаковых грунтов.

Анализ извести указывает на ее активность (содержание CaO 80,40%). Наличие в извести значительного количества CO<sub>2</sub> (5,22%) указывает на присутствие неразложившегося известняка (табл. 3).

Таблица 2.

Результаты анализа извести (продукция Яванского электрохимического завода)

| № п/п | Состав грунтовой воды         | % содержания окислов |           |
|-------|-------------------------------|----------------------|-----------|
|       |                               | 1 образец            | 2 образец |
| 1     | Ca O                          | 80,40                | 88,40     |
| 2     | Mg O                          | -                    | 1,5       |
| 3     | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,25                 | 3,10      |
| 4     | SO <sub>3</sub>               | 0,034                | -         |
| 5     | CO <sub>2</sub>               | 5,22                 | 1,65      |
| 6     | FeO                           | -                    | -         |
| 7     | H <sub>2</sub> O              | 1,05                 | 7,0       |
| 8     | Нерастворимый осадок          | 0,29                 | 0         |

Таблица 3.

Результаты анализа водных вытяжек грунтов

| № п/п | Исследуемые образцы грунтов               |   |        |
|-------|---|---|--------|
|       | Состав водных вытяжек исследуемых грунтов | Экспериментальная площадка Яванского электрохимического завода (ЯЭХЗ) |        |
|       |   | в мг-экв на 100 г навески   | в %    |
| 1     | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>             | 0,700   | 0,0427 |
| 2     | Ca <sup>++</sup>                          | 13,670  | 0,2740 |
| 3     | Mg <sup>++</sup>                          | 3,080   | 0,0388 |
| 4     | CO <sub>4</sub> <sup>-</sup>              | 15,420  | 0,7410 |
|       |   |   | 1,096  |
|       | Сухой остаток:                            |   | 1,230  |
|       | t = 105°                                  | 0,060   |        |
|       | t = 600°                                  | 0,026   | 1,122  |

Исследование скорости гашения извести производилось по стандартной методике и показало, что время гашения извести составляет всего 2,5-3,0 минуты, т.е. известь является быстрогающейся (табл. 4).

Таблица 4.

Определение скорости гашения извести

| Время мин.     | 0  | 0,5 | 1  | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
|----------------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Температура °C | 20 | 60  | 70 | 72  | 72  | 72  | 70  | 70  | 65  |

Определение этого фактора необходимо, так как он может оказать влияние на технологический режим, т.е. в производственных условиях время приготовления грунтоизвестковой смеси должно быть больше времени гашения извести, в противном случае гашение может продолжаться в процессе использования смеси; что нарушит технологический режим.

Таким образом, наиболее распространенные современные отложения, используемые в качестве грунтов, характеризуются невысоким содержанием воды, общей карбонатностью 20% (в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ ) и химическим составом, близким к глинистым отложениям.

Известь, рекомендуемая для составления смесей, на 92% состоит из  $\text{CaO}$ , терригенный материал составляет не более 5-6%. Присутствие 1,53%  $\text{Mg}$  очевидно связано с присутствием в исходном известняке доломитовой фазы и примеси в терригенной части – хлорита.

#### Литература:

1. Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина О.В., Рудакова Т.А., Кирюшин А.В. Химический анализ почв: Москва 2012
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв М.: МГУ 2001.
3. Резников А.А.; Муликовская Е.П., Соколов И.Б. Методы анализа природных вод-М.: Недра, 2000.
4. Прожорина Т.И., Затулей Е.Д. Химический анализ почв, Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2008.
5. Составители: А.И. Громовик, О.А. Йонко, Современные инструментальные методы в почвоведении.: Воронеж – 2010

#### ТАҲЛИЛИ КИМИЁВИИ ТАШКИЛДИҲАНДАҲОИ ҚИСМАТИ ОМЕХТАИ ХОКУ ОҲАК

*М.А. Сулаймонова, Д.Ҳ. Худойкулов,  
М.Э. Саидов*

Солҳои охир баъри мустаҳкам намудани зардхокҳои фурӯраванда ва хокҳои серобшуда омехтаҳои гуногунро истифода

мебаранд. Масалан, омехтаҳои хоку семент, хоку шағал, хоку оҳак ва ба ҳаминҳо монанд. Дар таҷрибаи дунявӣ масоҳати асосҳои мустаҳкамкардашуда дар сохтмони роҳҳо, аэродромҳо, биноҳои истиқоматӣ ва саноатӣ хеле меафзояд, ки қисми зиёдашонро хокҳои бо оҳак мустаҳкамшуда ишғол менамоянд. Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти қисматҳои ташкилдиҳандаи омехтаҳои хоку оҳак бо тарзҳои таҳлили кимиёвӣ оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** омехтаи хоку оҳак, таҳлили кимиёвӣ, таҳлили силикатӣ, таҳлили умумӣ, кашидабарории обӣ.

#### HEMICAL ANALYSIS OF MIXTURES OF SOIL AND LIME

*M.A. Suleymanova, D.Kh. Khudoykulov,  
M.E. Saidov*

Nowadays the mixes of different types are used for strengthening loess, subsidence and weak saturated soils. These mixes are : ground cement mix, rubble priming mix and priming lime mix. It's known that in the world practice base and coating area which are made of fortified priming in road, airfield, housing and industrial constructing make up impressive figures. What is interesting, significant part of them is priming which is fortified by lime. In the article are presented existing methods of chemical analyze of the priming lime mixture, and the results of its research.

**Key words:** ground-lime mixture, gross analysis, silicate analysis, chemical analysis, loess soils, water extraction.

#### Сведение об авторах:

Сулэйманова Муътабар Абдулхаевна – к.т.н., ст. преп. кафедры “ОФ и ПС” ТТУ им. акад. М.С. Осими, моб. тел. 985030363

Худойкулов Далер Хайдаркулович – ст. преп. кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» E mail [daler\\_290900@mail.ru](mailto:daler_290900@mail.ru) моб. тел. 985878737.

Саидов Мирбой Эрбоевич – инженер ГУП “НИИ строительства и архитектуры”, тел. 934082044.

#### ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ

*Р.Х. Сайрахмонов, Л.С. Исmoilзода, С.С. Умаров, Х.К. Бобоев, Ф. Нуров*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

На данной статье изучено влияния комплексной добавки на основе госсиполовой смолы (ГС) и моноэтаноламина (МЭА) на

механические свойства дорожного асфальтобетона, в частности устойчивость, условную пластичность и жесткость. Основой

задачи данного исследования является изучение основных структурно-механических характеристик дорожных асфальтобетонов с комплексной добавкой на основе отходов промышленности.

**Ключевые слова:** битум, асфальтобетон, моноэтаноламин, госсиполовая смола, устойчивость, условная пластичность, жесткость.

Важнейшим элементом структурообразования в составе асфальтобетонов является взаимодействие минеральных и вяжущих материалов.

Опыт эксплуатации асфальтобетонных покрытий в Республике Таджикистан показывает, что основным недостатком, снижающим срок службы, является их пониженная устойчивость против воздействия возрастающих транспортных нагрузок и неблагоприятных климатических факторов. В связи с этим повышение устойчивости асфальтобетонных покрытий в районах с сухим и жарким климатом является актуальным.

Исследованиями [1,2] показывают, что применение комплексной добавки на основе госсиполовой смолы и моноэтаноламина улучшает адгезионные свойства битума. На основе этих исследований [1, 2] нами разработан следующий состав асфальтобетонов с комплексной добавкой и без добавки.

Гранитный щебень 20...5мм - 57%  
 Природный песок с  $M_k=3,1$  - 33.2  
 Известняковый порошок – - 8%  
 Комплексная добавка - 1.8%  
 Битум БНД 60/90

Выбранный состав был проверен по более широкому кругу показателей физико – механических свойств:

Средняя плотность  $г/см^3$  - 2.36  
 Водонасыщение, % по объему - 0.81  
 Набухание, % по объему - 0.18  
 Предел прочности при сжатии, Мпа при +50<sup>0</sup>С - 1.67  
                                   +20<sup>0</sup>С - 4.64  
                                   +20<sup>0</sup>С в водонасыщ. сост. - 3.30  
                                   +20<sup>0</sup>С длит. водонасыщения - 3.30  
 Коэффициент водостойкости - 0.95  
 Коэффициент длительной водостойкости - 0.83

Устойчивость, условную пластичность и условную жесткость определяли по Маршаллу. Для этого нами были изготовлены образцы из вышеприведенного состава смеси диаметром 101 мм и высотой 63,5 мм на основе методики [3,4].

Испытание проводили при температуре +60<sup>0</sup> С и скорости движения нижней плиты 50 мм/мин. Величину устойчивости определяли, как максимальное усилие, фиксируемое по манометру. В качестве показателя условной пластичности нами была принята величина критической деформации в 1/10 мм, фиксируемая по индикатору в момент разрушения образца.

Показатель условной жесткости "А", вычисляли по формуле:

$$A = \frac{10 * P}{l}$$

где

*P* - устойчивость в кН,

*l* - условная пластичность 1/10 мм.

Результаты испытания по Маршаллу приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Показатели устойчивости асфальтобетона по Маршаллу

| Наименование показателей    | Асфальтобетон типа А без добавки | Асфальтобетон с комплексной добавкой |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Средняя плотность, $г/см^3$ | 2.38                             | 2.38                                 |
| Устойчивость, кН            | 6.7                              | 9.1                                  |
| Условная пластичность       | 22.0                             | 31.8                                 |
| Пористость мин. части, %    | 15.0                             | 14.5                                 |
| Остаточная пористость, %    | 2.0                              | 1.8                                  |

Для изучения растягивающих напряжений были выполнены испытания цилиндрических образцов по «бразильскому методу» (скорость подъема нижней плиты прессы - 10 мм/мин).

Прочность при расколе по этому методу определяли по формуле:

$$R_p = \frac{P}{h * d}$$

где

*h* - высота образца, см,

*d* - диаметр образца, см.

Результаты испытания образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты испытания по Маршаллу

| Наименование показателей        | Асфальтобетон типа А без добавки | Асфальтобетон с комплексной добавкой |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Прочность при расколе, МПа, при |                                  |                                      |
| +20 <sup>0</sup> С              | 0.641                            | 0.647                                |
| +50 <sup>0</sup> С              | 0.160                            | 0.180                                |
| +70 <sup>0</sup> С              | 0.102                            | 0.106                                |



Проводимое исследование по Маршаллу подтвердило высокие механические свойства асфальтобетона с комплексными добавками. Так, устойчивость по Маршаллу состава имела значение 9.1 кН, где, как у состава асфальтобетона без добавок -6.8 кН. Условная пластичность, соответственно: 22.0 и 31.8.

Условная пластичность характеризует отношение материала к возможности образования пластических деформаций.

Применение комплексной добавки на основе госсиполовой смолы из отхода масло-жиркомбинатов и моноэтаноламина (МЭА), кубовой остаток моноэтаноламиновой очистки аммиака при производстве аммиака (МЭА) в составе асфальтобетона оказывает положительное воздействие. Высокие показатели устойчивости асфальтобетона объясняются устойчивостью пленки из асфальта вяжущего, которое прочно прилипает к зернам щебня. Принимаемые вяжущие, в частности битум с комплексными добавками, формирует достаточно толстую и прочную пленку, что и обеспечивает устойчивость всей системы. При этом количество комплексной добавки должно быть в пределах 0.6-2.5%.

Таким образом, комплексная добавка из ГС и МЭА равномерно распределилась в объеме асфальт вяжущего, модифицирует битум, улучшает эксплуатационные свойства асфальтобетонных покрытий.

#### Литература:

1. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С., Иброхимов О.А., Собиров Дж.Д. «Повышение адгезионных свойств битума путем применения комплексной добавки». Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского национального университета», Серия естественных наук Душанбе «Сино»-2016 – 1(192), с.181-184.

2. Оев С.А. Сайрахмонов Р.Х., Хасанов Н.М., Умаров С.С. Повышение физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе поверхностно-активной и стабилизирующей добавки (статья). //Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского технического университета», Секция – Строительство и архитектура. Душанбе-2015 – 3(31). ТТУ имени ак. М.Осими.

3. Горельшев Н.В. Асфальтобетон и другие битумо-минеральные материалы. – Можайск – Терра, 1995. – 176 с.

4. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой

поверхностью. ВСН 73-67 / Минтрансстрой СССР. - М., 1968.

#### БАЛАНД БАРДОШТАНИ УСТУВОРИИ АСФАЛТОБЕТОНҲОИ СОХТМОНИ РОҶ БО ИСТИФОДА АЗ ИЛОВАГИИ КОМПЛЕКСИ ДАР АСОСИ СМОЛАИ ГОССИПОЛӢ

*Р.Х. Сайрахмонов, Л.С. Исмоилзода, С.С. Умаров, Х.К. Бобоев, Ф. Нуоров*

Дар мақола таъсири иловагии комплексӣ дар асоси смолаи госсиполӣ (ГС) ва моноэтаноламин (МЭА) ба ҳосиятҳои физикӣ-механикии асфальтобетони сохтмони роҳ омӯхта шудааст. Дар асоси тадқиқоти озмоишӣ ҳосиятҳои механикии асфальтобетон омӯхта шуда, бо истифода аз иловагиҳои комплексӣ, устувории онҳо нисбат ба истифодабарӣ беҳтар карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** мум, асфальтобетон, смолаи госсиполӣ, моноэтаноламин, устуворӣ, пластикии шартӣ, сахтӣ.

#### IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF ROAD ASPHALT CONCRETES BY USE OF A COMPLEX ADDITIVE ON THE BASIS OF HOIPOLLOI RESIN

*R.H. Sayrakhmonov, L.S. Ismoilzoda, S.S. Umarov, H.K. Boboyev, F. Nurov*

This article studies the effects of complex additive (CA) + monoethanolamine (MEA) on the mechanical properties of asphalt road in particular the stability of conditional plasticity and stiffness. The main objective of this study is to study the main structural and mechanical characteristics of asphalt to determine the impact of complex additives on its resistance to operation.

**Key words:** bitumen, asphalt-concrete, monoethanolamine, gossiolava resin, resistance, conditional plasticity, rigidity.

#### Сведения об авторах:

Сайрахмонов Рахимдҷон Хусейнович – к.т.н., доцент кафедри «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» ТТУ им. акад. М.С. Осими, область научных интересов – исследование дорожно-строительных материалов. E.mail [srivakn@mail.ru](mailto:srivakn@mail.ru). моб. тел. 906229696.

Исмоилзода Лутфулло Сулаймони – к.т.н., доцент кафедри «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, имеет более 20 научных статей, область научных интересов – Исследование дорожно-строительных

материалов, проектирование автомобильных дорог в горных условиях, проектирование и обследование искусственных сооружений на дорогах, контактная информация: Тел. 93-980-05-01, E-mail: [lutfullo.i@mail.ru](mailto:lutfullo.i@mail.ru).

Умаров Саидджамол Саидмухторович – старший преподаватель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» ТТУ им. акад. М Осими, имеет более 15 научных статей, область научных интересов – исследование дорожно-строительных материалов, конт. информация: тел.: 935121675.

Бобоев Хубоншох Каромович – докторант PhD кафедры «Строительство до-

рог, сооружений и транспортных коммуникаций», имеет более 3 научных статей, область научных интересов – Исследование дорожно-строительных материалов, проектирование автомобильных дорог в горных условиях, проектирование и обследование искусственных сооружений на дорогах, конт. инф.: тел. 93-525-00-35, E-mail: [bxxk93@mail.ru](mailto:bxxk93@mail.ru)

Нуров Фуркат Боевич – соискатель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» ТТУ им. акад. М.С. Осими, область научных интересов – исследование дорожно-строительных материалов.

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТОРФА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*С.С. Радаев, М.В. Кудоманов, В.А. Юмина, М.А. Ашуров*

*Тюменский индустриальный университет*

*В статье рассмотрены существующие теплоизоляционные материалы и предложен эффективный композиционный теплоизоляционный материал на основе опаловых пород и торфа. Разработан способ получения данного материала и приведены физические характеристики.*

**Ключевые слова:** *опаловые породы, жидкое стекло, торф.*

Потребность в строительных теплоизоляционных материалах и обеспечение снижения их стоимости решается путем расширения материально-сырьевой базы за счет использования местных природных ресурсов и замены дорогостоящих компонентов менее дорогим сырьем.

Спектр применяемых материалов для создания теплоизоляции довольно широк. Все их можно разделить по структуре на ячеистые, волокнистые и зернистые. Все они, в зависимости от структуры, обладают различными коэффициентами теплопроводности и потому, для получения необходимого сопротивления теплопередаче, их укладывают слоями различной толщины. В зависимости от характеристик теплоизоляционных материалов, их применяют в виде плит или блоков, способных нести нагрузку, в виде заполнителя в смеси с различными вяжущими, в виде гибких покровов или в виде теплоизоляционных вкладышей и засыпок [1].

К материалам ячеистой структуры относятся газо- и пенобетоны, газо-пеносиликаты, пеностекло, пенопласты и другие материалы аналогичного строения. Наряду с низкой теплопроводностью у каждого мате-

риала есть свои, свойственные ему, недостатки.

Пено- и газобетон не содержат в своем составе крупный заполнитель, а в качестве мелкого используется молотый песок, так как применение обычного песка способствует разрушению структуры. Для достижения необходимой прочности бетоны безавтоклавного твердения требуют значительных расходов вяжущего, порядка 500 кг/м<sup>3</sup>, в то время, как применение автоклавов значительно усложняет технологию производства ячеистых бетонов, кроме того, при производстве газобетонов и газосиликатов, из-за применения газообразователя, не удается достичь плотности ниже 500 кг/м<sup>3</sup>. Использование пены позволяет снизить эту границу, но вызывает еще больший расход дорогостоящего вяжущего [2,3].

Помимо ячеистых бетонов промышленностью выпускаются различные виды пористых кусковых или гранулированных материалов. К примеру, керамзит используют в производстве легких бетонов в качестве крупного и мелкого заполнителя, а так же в качестве теплоизоляционных засыпок. Так же из глины получают пористую керамику посредством введения выгорающих добавок.

Кроме того, в природе существуют соединения, содержащие в своем составе кристаллизационно-связанную воду, которая может быть удалена из них в результате нагрева, вызывая при этом увеличение материала в объеме за счет давления образующегося водяного пара. По этому принципу изготавливаются перлит, вермикулит, сили-

пор и стеклопор, но дефицитность сырья обуславливает их малую степень распространения.

Предлагаемый композиционный теплоизоляционный материал на основе опаловых пород и торфа имеет комплекс существенных преимуществ перед существующими теплоизоляционными материалами: распространенность и низкая стоимость сырья, простая технология производства, низкие энергозатраты, возможность использования в качестве самонесущих элементов, а также негорючесть и биостойкость.

Полученный строительный материал может быть использован для изготовления теплоизоляционных, конструктивно-теплоизоляционных и конструктивных бетонов для жилищного и гражданского строительства.

Указанный технический результат достигается тем, что в композиционном материале на основе трепела и торфа, включающим кремнефтористый натрий, особенностью является то, что он дополнительно содержит суспензию нерастворимого остатка трепела в растворе жидкого стекла при следующем соотношении компонентов, масс. %: кремнефтористый натрий – 7-9, торф – 33-39, суспензия нерастворимого остатка трепела в растворе жидкого стекла – 52-60.

В качестве вяжущего используют суспензию, получаемую гидротермальным выщелачиванием трепела Сухоложского месторождения Свердловской области раствором щёлочи при 95°C. При этом исключаются энергоёмкие операции – получение силикат-глыбы и её автоклавное растворение, характерные для производства жидкого стекла по традиционному сухому способу. В процессе гидротермального выщелачивания трепела образуются жидкое стекло и нерастворимые глинистые примеси, сопутствующие опаловой породе.

Трепел Сухоложского месторождения Свердловской области содержит аморфный SiO<sub>2</sub> 61,0 мас. % и имеет следующий химический состав, мас. %: SiO<sub>2</sub> общ. 76,76; CaO 0,70; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,74; MgO 1,17; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,75; FeO 0,99; MnO 1,17; TiO<sub>2</sub> 0,30; Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O 0,98; SO<sub>3</sub> 0,15. Раствор щелочи – 40%-раствор технического едкого натра по ГОСТ 2263 – 79.

Приготовление вяжущего осуществлялось следующим образом: тщательно перемешивая размолотый до удельной поверхности 2000 м<sup>2</sup>/гр трепел, раствор щёлочи и

воду в весовом соотношении 1 : 1,34 : 3,10 соответственно, после чего выдерживали в закрытом сосуде в течение четырех часов при 95°C. Жидкая фаза полученной суспензии представлена раствором жидкого стекла со следующими показателями: концентрация SiO<sub>2</sub> 160 г/л, силикатный модуль m = 1,37, плотность 1200 кг/м<sup>3</sup> [4,5].

Остывший до комнатной температуры продукт смешивали с кремнефтористым натрием и торфом при определенных пропорциях. Торф Гусевского месторождения Тюменской области обладает следующим зерновым составом, представленным на рисунке 1.

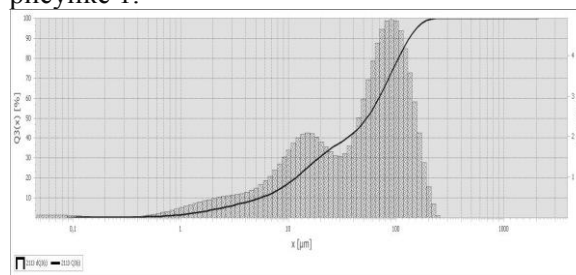


Рис. 1. – Зерновой состав торфа Гусевского месторождения Тюменской области

Из полученной массы формовали изделия с последующей выдержкой в формах в течение 4 часов и высушиванием до постоянной массы. Полученный композиционный материал на основе трепела и торфа может быть использован в качестве стенового материала. Характеристики материала приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Компоненты и показатели композиционного материала

| № | Компоненты композиционного материала, масс% |                        |      | Показатели                           |                           |                           |                   |                            |                                  |
|---|---|------------------------|------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
|   | Суспензия                                   | Кремнефтористый натрий | Торф | Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> | Прочность при сжатии, МПа | Прочность при изгибе, МПа | Водопоглощение, % | Теплопроводность Вт/(м*°К) | Морозостойкость, не менее, циклы |
| 1 | 52  | 9                      | 39   | 650                                  | 5,0                       | 3,1                       | 38                | 0,132                      | 15                               |
| 2 | 56  | 8                      | 36   | 700                                  | 5,6                       | 3,8                       | 32                | 0,138                      | 15                               |
| 3 | 60  | 7                      | 33   | 750                                  | 6,6                       | 4,2                       | 25                | 0,140                      | 15                               |

Полученные результаты исследований позволяют применять данный материал повсеместно с учетом СНиП, СП в строительстве малоэтажных зданий, или в качестве забутовочного материала в монолитно-каркасном строительстве.

#### Литература:

1. Радаев С.С. Применение опалового сырья в производстве строительных материалов / С.С. Радаев, К.С. Иванов, Н.К.Иванов // Тюмень.: , 2009. – 111с.:ил.
2. Микульский В. Г. Строительные материалы: учебник для вузов / Микульский В. Г., Куприянов В. Н., Сахаров Г. П., Горчаков Г. И. - Москва: Изд-во АСВ, 2000, - 530 с. ил.
3. Горчаков Г. И. Строительные материалы: учебник для вузов. / Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. - М.: Стройиздат, 1986.- 688 с., ил.
4. Иванов Н.К. Получение строительных материалов на основе опалового сырья / Н.К. Иванов, С.С. Радаев, С.М. Шорохов // Техника и технология силикатов. - 1998. - № 5-6. - С. 2.
5. Патент РФ № 2553735 от 22.05.2015г. Композиционный материал на основе трепела Сухоложского месторождения Свердловской области и торфа Гусевского месторождения Тюменской области Радаев С.С., Кудоманов М.В., Селезнёва О.И. Горгодзе Г.А., Рясная Н.З., Иванов К.С.

#### МАСЪАЛАИ ИСТИФОДАБАРИИ ТОРФ ДАР ИСТЕҲСОЛИ САМАРАНОКИ ГАРМИНИГОҲДОРИИ МАСОЛЕҲИ СОҲТМОНӢ

*С.С. Радаев, М.В. Кудоманов, В.А. Юмина,  
М.А. Ашуров*

Дар мақола маводи гарминигоҳдорандаи сохтмони мавҷудбуда ва пешниҳоди ма-

води гарминигоҳдорандаи муосир дар асоси санги шишамонанд ва торф мавриди тадқиқ қарор гирифтааст. Таҳии усули ҳосил намудани мавод ва ҳосияти физикии он оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** сангҳои шишамонанд, шишаи моеъ, торф.

#### TO THE QUESTION OF THE APPLICATION OF PEAT IN THE PRODUCTION OF EFFECTIVE HEAT- INSULATING CONSTRUCTION MATERIALS

*S.S. Radaev, M.V. Kudomanov, V.A. Yumina,  
M.A. Ashurov*

The article discusses the existing insulation materials and proposed an effective composite insulation material based on opal rocks and peat. A method for obtaining this material has been developed and the physical characteristics are given.

**Key words:** opal rocks, liquid glass, peat.

#### Сведения об авторах:

Радаев Сергей Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры «Строительные материалы» Тюменского индустриального университета Тел: +79222609384, Email: [radaew@gmail.com](mailto:radaew@gmail.com)

Кудоманов Максим Валерьевич – асс. кафедры «Строительные материалы» Тюменского индустриального университета Тел: +79058245018, Email: [kudomanov81@mail.ru](mailto:kudomanov81@mail.ru)

Юмина Валентина Александровна – ст. преподаватель кафедры «Строительные материалы» Тюменского индустриального университета Тел: +79222627578.

Ашуров Муроджон Ашуралиевич – аспирант кафедры «Строительные материалы» Тюменского индустриального университета. Тел: +79323233238,

Email: [murod\\_0061@mail.ru](mailto:murod_0061@mail.ru)

УДК 59(575.3)

#### ТЕПЛОЁМКСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ БЕТОН + ЗОЛА УНОСА

*Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, М.М. Сафаров, М.М. Анакулов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В данной статье приведены экспериментальные исследования и обработка данных теплоемкости композиционных строительных материалов системы бетон + зола уноса при интервале температур от 298 до 448 К и различных концентрациях золы уноса.

**Ключевые слова:** теплоёмкость, бетон + зола уноса, температура.

Научные основы материаловедения намного сложнее по сравнению с нашими знаниями о них и тесно связаны с рассмотрением свойств нелинейных динамических систем, работающих вдали от равнове-

сия. Осознание этого факта уже само по себе представляет существенное продвижение в области науки о материалах.

Действительно, взаимодействие с окружающей средой (обмен энергией, веществом) может привести к сложным динамическим превращениям, приводящим к неустойчивостям, создающим переходы к множественным структурам. Особый интерес этот постулат имеет для научных основ синтеза и эксплуатации материалов космической, электронной, атомной, металлурги-

ческой техники, являющихся базой современной космической, электронной, строительной и атомной промышленности.

В данной статье приведены экспериментальные исследования и обработка данных теплоемкости композиционных строительных материалов системы бетон + зола уноса.

В таблице 1 приведены экспериментальные данные по теплоёмкости системы бетон + зола уноса при интервале температур от 298К до 448К и концентрации зола уноса.

Таблица 1.

Теплоемкость ( $C_p$ , Дж/кг.К) композиционных строительных материалов системы (бетон + зола уноса) при различных температурах и концентрации золы уноса

| T, K | n%   |        |        |        |        |        |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | 0    | 5      | 10     | 15     | 20     | 100    |
| 298  | 1010 | 1000,8 | 990,5  | 980,6  | 971    | 815,2  |
| 323  | 1050 | 1040,5 | 1031,5 | 1022,3 | 1013   | 865,7  |
| 348  | 1098 | 1088,7 | 1079,5 | 1070,1 | 1060,8 | 912,7  |
| 373  | 1140 | 1130,8 | 1121,8 | 1113,8 | 1103,6 | 958,4  |
| 398  | 1185 | 1176,3 | 1167,3 | 1158,5 | 1149,6 | 1010,4 |
| 423  | 1235 | 1226,4 | 1217,4 | 1208,5 | 1199,8 | 1058,3 |
| 448  | 1275 | 1267,4 | 1257,8 | 1249,2 | 1240,6 | 1108,4 |

На рисунке 1 показан характер зависимости теплоемкости системы бетон+зола уноса от температуры и концентрации золы уноса.

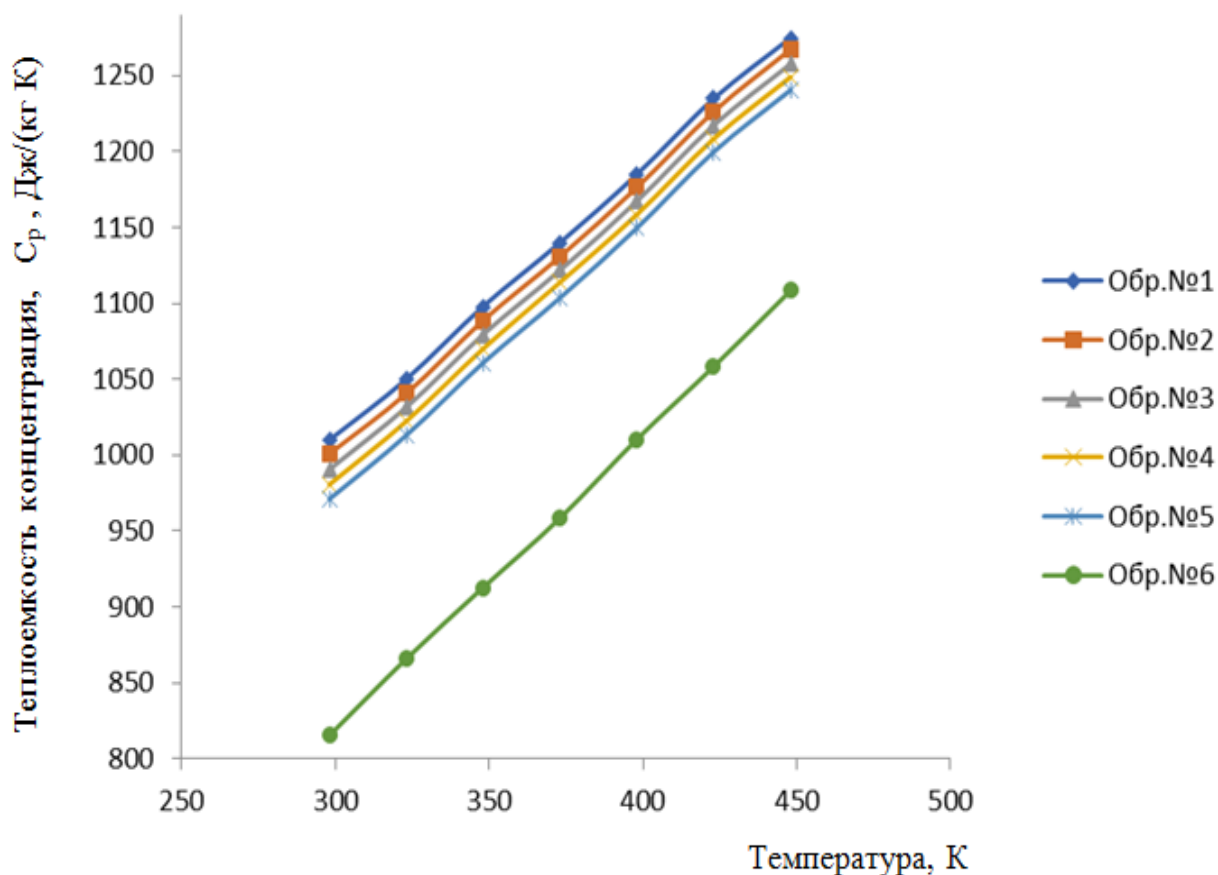


Рис. 1. Удельная изобарная теплоемкость системы бетон+зола уноса при различных температурах и концентрации второго компонента (бетон: зола уноса). Масс %: 1- 100:0; 2- 95:5; 3 – 90:10; 4-85:15; 5 -80:20; 6 –0:100.

Как видно из рисунка 1 и таблицы 1, теплоемкость системы бетон + зола уноса с ростом температуры увеличивается, а с ростом концентрации золы уменьшается.

**Обработка и обобщение экспериментальных данных по теплоемкости композиционных строительных материалов системы бетон + зола уноса**

Для обобщения экспериментальных данных по теплоемкости системы бетон + зола уноса нами использован закон соответственного состояния в виде следующих функциональных зависимостей [1-4]:

$$\frac{C_p}{C_p^*} = f\left(\frac{T}{T^*}\right), \quad (1)$$

где

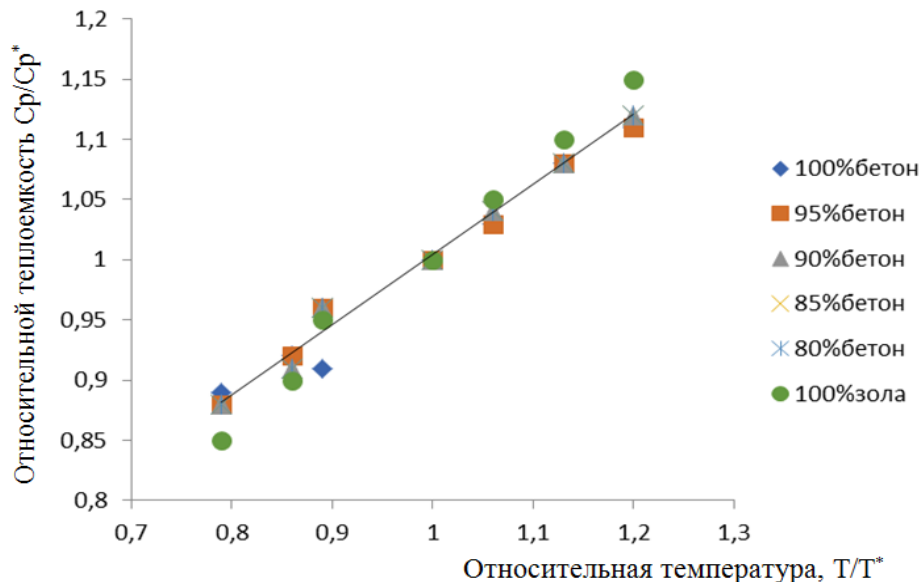


Рис. 2. Зависимость относительной теплоемкости ( $\frac{C_p}{C_p^*}$ ) от относительной температуры ( $\frac{T}{T^*}$ ) системы бетон + зола уноса

Анализ показал, что для исследуемых объектов  $C_p^*$  зависит от концентрации золы уноса  $n$ , % бетона.

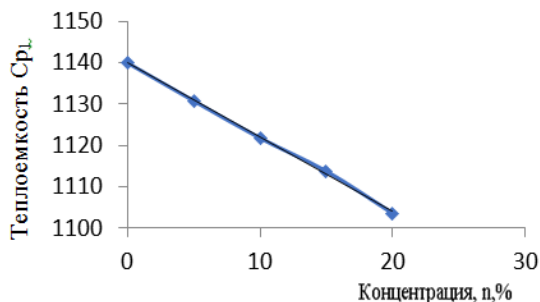


Рис. 3. Зависимость  $C_p^*$  от концентрации золы уноса  $n$ , % в строительных материалах (бетон).

$C_p$  - теплоёмкость при температуре  $T$ ,  
 $C_p^*$  - теплоёмкость при температ.  $T^*=373K$ .

На рисунке 2 показана выполнимость зависимости (1). Как видно из рисунка 2, экспериментальные данные по теплоёмкости исследуемых объектов хорошо укладываются вдоль общей прямой, которая описывается уравнением:

$$C_p = C_p^* \left[ 0,5819 \left( \frac{T}{T^*} \right) + 0,4225 \right] \quad (2)$$

Уравнение (2) описывает зависимость теплоёмкости системы бетон + зола уноса от температуры. С помощью уравнения (2) при известном значении  $C_p^*$  можно вычислить теплоемкость исследуемых объектов в зависимости от температуры.

Прямая на рисунке 3 описывается уравнением:

$$C_p = -1,796(n) + 1140, \text{ Дж}/(\text{кг.К}) \quad (3)$$

Из уравнения (2) с учётом уравнения (3) для расчёта теплоёмкости системы бетон + зола уноса в зависимости от температуры и концентрации золы получим:

$$C_p = \left[ 0,5819 \left( \frac{T}{T^*} \right) + 0,4225 \right] (-1,796(n) + 1140), \text{ Дж}/(\text{кг.К}). \quad (4)$$

Уравнение (4) с погрешностью до 5% описывает теплоёмкость системы бетон + зола уноса в зависимости от температуры и концентрации золы уноса. Полученные уравнения (4) позволяют вычислить теплоёмкость для разных значений концентрации золы уноса в строительный материал (бетон) с погрешностями, показанными в таблице 2.

**Таблица 2.** Погрешности, полученные эмпирическим уравнением, для конкретной области исследований

| T, K | 0%, золы уноса, |           |              | 5%, золы уноса, |           |              | 10%, золы уноса  |           |              |
|------|-----------------|-----------|--------------|-----------------|-----------|--------------|------------------|-----------|--------------|
|      | Ср,(экс)        | Ср, (рас) | $\Delta, \%$ | Ср,(экс)        | Ср, (рас) | $\Delta, \%$ | Ср,(экс)         | Ср, (рас) | $\Delta, \%$ |
| 298  | 1010            | 1005,7    | 0,4          | 1000,8          | 1005,7    | 0,4          | 990,5            | 1005,7    | 0,4          |
| 323  | 1050            | 1043,8    | 0,5          | 1040,5          | 1043,8    | 0,5          | 1031,5           | 1043,8    | 0,6          |
| 348  | 1098            | 1055,1    | 4,0          | 1088,7          | 1055,1    | 4,0          | 1079,5           | 1055,1    | 4,0          |
| 373  | 1140            | 1117,9    | 1,9          | 1130,8          | 1117,9    | 1,9          | 1121,8           | 1117,1    | 1,9          |
| 398  | 1185            | 1147,4    | 3,2          | 1176,3          | 1147,4    | 3,2          | 1167,3           | 1147,4    | 3,2          |
| 423  | 1235            | 1231,2    | 0,3          | 1226,4          | 1231,2    | 0,3          | 1217,4           | 1231,2    | 0,3          |
| 448  | 1275            | 1277,6    | -0,2         | 1267,4          | 1277,6    | 0,2          | 1257,8           | 1277,6    | 0,2          |
| T,K  | 15% ,золы уноса |           |              | 20% ,золы уноса |           |              | 100%, золы уноса |           |              |
| 298  | 980,6           | 1005,7    | 0,4          | 971             | 1005,7    | 0,4          | 815,2            | 1005,7    | 0,4          |
| 323  | 1022,3          | 1043,8    | 0,5          | 1013            | 1043,8    | 0,5          | 865,7            | 1043,8    | 0,5          |
| 348  | 1070,1          | 1055,1    | 4,0          | 1060,8          | 1055,1    | 4,0          | 912,7            | 1055,1    | 4,0          |
| 373  | 1113,8          | 1117,9    | 1,9          | 1103,6          | 1117,9    | 1,9          | 958,4            | 1117,9    | 1,9          |
| 398  | 1158,5          | 1147,4    | 3,2          | 1149,6          | 1147,4    | 3,2          | 1010,4           | 1147,4    | 3,2          |
| 423  | 1208,5          | 1231,2    | 0,3          | 1199,8          | 1231,2    | 0,3          | 1058,3           | 1231,2    | 0,3          |
| 448  | 1249,2          | 1277,6    | 0,2          | 1240,6          | 1277,6    | 0,2          | 1108,4           | 1277,6    | 0,2          |

Таблица 3.

Исходные данные для количественной оценки доверительной границы погрешности измерения удельной теплоемкости по методу монотонного разогрева

| № | Наименование   | Величина |
|---|--|----------|
| 2 | Величина тепловой проводимости тепломера $K_t(t_c)$                            | 0,41     |
| 3 | Погрешность определения тепловой проводимости тепломера $\Delta K_t$           | 0,001    |
| 4 | Величина перепада температуры на тепломере $\Delta t_r(\tau)$ , К              | 2,5      |
| 5 | Погрешность определения перепада температуры на тепломере $\sigma(\Delta t_r)$ | 0,01     |
| 6 | Суммарная теплоемкость стакана $C_c(t_c)$ , Дж/К                               | 3,2      |
| 7 | Погрешность определения суммарной теплоемкости стакана $\Delta C_c$ , Дж/К     | 0,03     |
| 8 | Скорость разогрева $b_c(\tau)$ , К/с   | 0,22     |
| 9 | Погрешность определения скорости разогрева $\Delta b_c(\tau)$ , К/с            | 0,01     |

**Вывод.** Расчеты показали, что максимальная общая относительная погрешность при доверительной вероятности  $\alpha = 0,95$  равна для теплоемкости – 4,1 %.

Таким образом, составы бетонов с теплоемким заполнителем в виде зола уноса в значительной степени позволяют увеличить теплоемкость бетонов, что делает их востребованными в системах аккумуляции тепла и холода, инженерных системах кондиционирования и рекуперации.

**Литература:**

1. Сафаров М.М. Влияние графитного порошка на изменение теплофизических

свойств антифриза (Статья) / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, Дж.А. Зарипов, Ш.М. Назиров, М.А. Зарипова // Материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной 90-летию М.С.Осими «Академик М.С. Осими и развитие культуры», 20 ноября 2010 г. С. 131-136.

2. Сафаров М.М. Теплофизические свойства системы нанотрубки + антифриз (Статья) / М.М. Анакулов, М.М. Сафаров, Ш.М. Назиров, М.А. Зарипова // Науч. методич. конф. посвящ. 70-летию Зиёдулло Нуриддинова, ТГПУ им. С. Айни, Душанбе, 24-25 декабря 2010 г. -С. 136-143.

3. Маджидов Х., Сафаров М.М. Теплофизика высоких температур, 1986, т. 24, №6, с.1037.

4. Платунов Е.С., Баранов И.В., Буровой В.В. Теплофизические измерения: Учебное пособие. / Под ред. Е.С. Платунова. – С. Пб.: СПб ГУН и ПТ, 2010-738с.

**ГАРМИГУНҶОИШИ  
КОМПОЗИТСИОНИИ МАВОДИ  
СОХТМОН ДАР СИСТЕМАИ  
БЕТОН + ХОКИСТАР**

**Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев,  
М.М. Сафаров, М.М. Анакулов**

Дар мақола тадқиқоти таҷрибавӣ ва коркарди маълумот оид ба гармигунҷоиши композитсионии маводи сохтмони системаи бетон + хокистар дар интервали гармидиҳии аз 298К то 448К ва концентратҳои мухталифи хокистар анҷом дода шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** гармигунҷоиш, бетон + хокистар, ҳарорат.

**HEAT CAPACITY OF COMPOSITE BUILDING MATERIALS OF THE CONCRETE + FLY ASH SYSTEM**

*F.Kh. Nasrulloev, H.B. Boboev, M.M. Safarov, M.M. Anakulov*

In this article, experimental studies and data processing of the heat capacity of composite building materials of the concrete + fly ash system are performed at a temperature range from 298K to 448K and different concentrations of fly ash.

**Key words:** heat capacity, concrete + fly ash, temperature.

**Сведения об авторах:**

Насруллоев Фарход Худжаевич – докторант PhD кафедры “БЖД и Э” ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: farhad-9393@mail.ru Тел: (+992)918-39-71-31, 888-80-17-08.

Бобоев Хакназар Бобоевич – ст. преп. кафедры “БЖД и Э” ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: boboev\_h@mail.ru.

Сафаров Махмадали Махмадиевич – д.т.н., профессор кафедры «ТиТО» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: mahmad1@list.ru. Телефон: (+992)951-63-15-85

Анакулов Музаффар – к.т.н., ст. преп. каф. “ТиТО” ТТУ им. академика М.С. Осими.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВА БЕТОНА НА ОСНОВЕ СМЕШАННОГО ЦЕМЕНТА С ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ**

*Ш.Р. Махмадов, Р.Х. Сайрахмонов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В статье рассматривается исследование физико-химических характеристик бетонов в частности реология и стойкость в агрессивной среде на основе смешанного обычного цемента с органоминеральными добавками из природного волластонита, золы от сжигания угля Зидинского месторождения и пластификатора модифицированного лигно-сульфоната технического (МЛСТ).

**Ключевые слова:** цемент, высокопрочный бетон, добавка, пластификатор, бетонная смесь, волластонит, зола, прочность, коррозионностойкость.

Повышение долговечности возведенных сооружений из бетона является важной проблемой современного строительства. Одним и важнейших показателей свойства бетона, определяющих его долговечность, является устойчивость его структуры при действии на них агрессивной среды.

В практике разрушение бетонных изделий в условиях эксплуатации происходит

в результате потери его прочности под действием агрессивных сред. Способность бетона сопротивляться разрушению обусловлена его структурой и зависит от реологических свойств, таких как подвижность и жесткость смеси. В работе [1] нами были изучены прочностные характеристики бетона на основе смешанного цемента с комплексной минеральной добавкой из волластонита и золы угля. В этой работе реологические свойства бетонной смеси исследовали на основе разработанных составов [1]. На рис 1. представлены результаты исследования реологических характеристик исследуемой бетонной смеси на основе смешанного цемента с органоминеральными добавками. Из представленных зависимостей (рис 1.) следует, что бетонная смесь с органоминеральной добавкой имеет подвижность с 0 до 8-12 см, а его жесткость по формированию составляет от 21-27 сек до 2-5 сек.

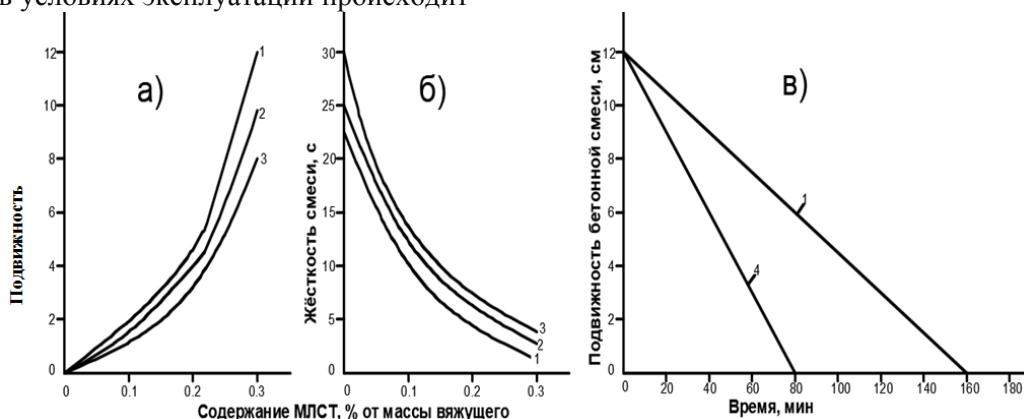


Рис. 1. Реологические свойства бетонной смеси с добавкой МЛСТ:

а) подвижность; б) жесткость; в) кинетика изменения подвижности смеси: 1 - при содержании (цемент: волластонит: зола угля: МЛСТ) – 80:12:8;0,3.



Изучение кинетики изменения подвижности смеси по времени показывает, что цемент с добавкой волластонита, золы и МЛСТ дольше сохраняет свое пластифицированное состояние, чем цементная смесь без добавки. Как видно (рис. 1. в), продолжительность потери подвижности смесей с добавками в среднем в 2 раза больше, чем для бетонной смеси без добавок.

Стойкость бетона на основе смешанного цемента изучена по методике [2,3] при нахождении разработанных образцов состава бетона в дистиллированной воде, растворах 0,1 моль/л  $HCl$ , 0,1 моль/л  $CH_3COOH$  и 0,5 моль/л  $H_2SO_4$  в течение до 360 суток.

В дистиллированной воде были определены степень выщелачивания  $CaO$  из состава бетона. Количество извести, растворенной в воде, измеряли через каждые 20 сут, результаты измерений приведены на (рис. 2).

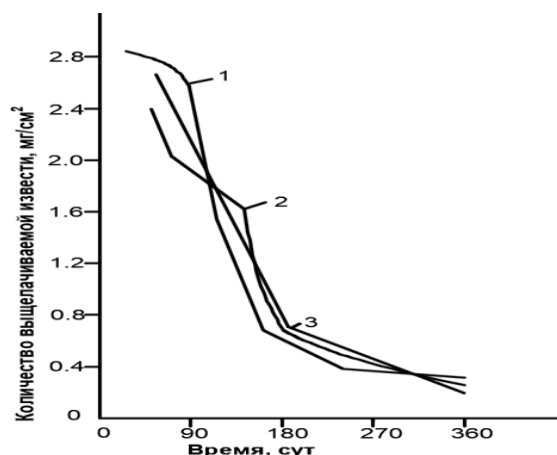


Рис. 2. Зависимость количества выщелачиваемого извести от времени нахождения образцов бетона в дистиллированной воде для состава вяжущего цемента; волластонит; МЛСТ/мас%; 1-70:30:0,1; 2-80:20:0,075; 3-85:15:0,1.

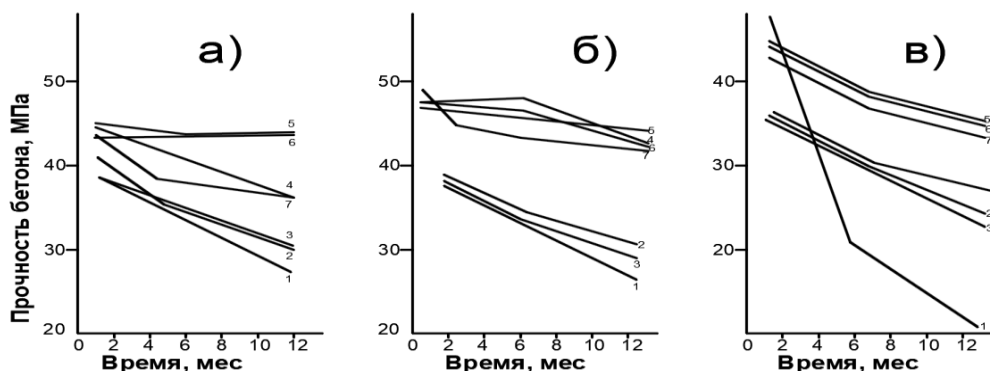


Рис. 3. Зависимость прочности бетона состава 1:1,51; 2,57 при  $V/B=0,4$  времени нахождения образцов в растворах 0,1 моль/л  $CH_3COOH$  (а) 0, 10, 1 моль/л  $HCl$  (б) и 0,5 моль/л  $H_2SO_4$  (в) для состав вяжущего (цемент; волластонит; зола; МЛСТ), мас%; 1-100:0:0; 2-85:15:0; 3-80:20:0; 4-90:10:0,3; 5-85:15:0,01.

Данные (рис. 2) показывают, что основное количество выщелачиваемой извести выделяется в течение 5-6 месяцев нахождения образцов в воде, после чего скорость выщелачивания  $CaO$  уменьшается, отсюда следует, что за этот период выщелачивание происходит в поверхностных слоях исследуемых образцов, и плотная структура цементного камня не позволяет фильтрации воды во внутренние слои, образец бетона сохраняет свою стойкость или даже уплотняется в результате гидратации непрореагировавших частиц цемента в водной среде. При изучении исследуемых бетонных образцов в агрессивных средах и исследовании образцов бетона с добавкой имеют сравнительно низкую скорость разрушения, чем образцы без добавки. Данные приве-

дены на рис. 3.

По данным рис. 3 прочность образцов бетонов через 360 суток нахождения в растворе  $CH_3COOH$  составила 29-30 МПа, в растворах неорганических кислот 23-28 МПа, причем разрушение образцов в растворе  $H_2SO_4$  происходит интенсивные, чем в других кислотных средах.

Из приведённых результатов можно сделать выводы, что введение органоминеральных добавок в разных количествах в составе бетонных смесей приводит к их упрочнению и, следовательно, к повышению стойкости бетона в разных агрессивных средах. Так как прочность бетона на основе смешанного цемента с органоминеральными добавками за один календарный год нахождения в растворах  $CH_3COOH$  и  $HCl$  не

снижается ниже 36 МПа, а в растворе  $H_2SO_4$  ниже 29 МПа. Снижение прочности бетона в растворах  $CH_3COOH$  и  $HCl$  происходит менее интенсивно, чем можно объяснить, что в растворе  $H_2SO_4$ , имеется повышенная активность иона  $SO_4^{2-}$  чем ионы  $Cl^-$  и  $CH_3COO^-$ . Это подтверждает не только изме-

нение прочностных характеристик эквивалентных составов бетона по времени нахождения образцов в растворах кислот, но и измерение остаточных концентраций кислот. Остаточные концентрации кислот определяли через каждые 20 дней при смене отработанных растворов (рис. 4).

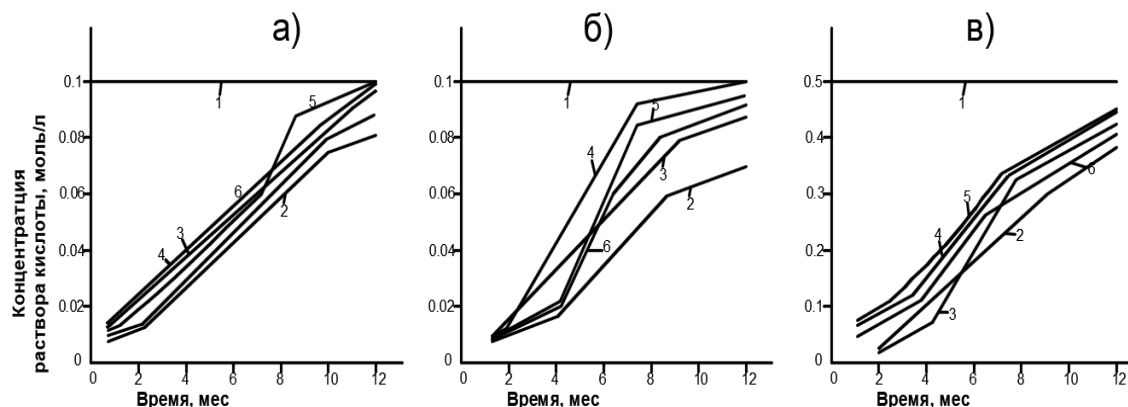


Рис. 4. Зависимость изменения концентрации свежих [1] и отработанных [2-6] растворов кислот  $CH_3COOH$  (а),  $HCl$  (б) и  $H_2SO_4$  (в) от времени нахождения образцов для составов вяжущего (цемент: волластанит: МЛСТ). масс%; 2-100:0:0; 3-90:10:0,3; 4-85:15:0,1; 5-80:20: 0,073; и 6-70:30:0,1

Из приложенных зависимостей (рис. 4) следует, что образцы без добавок за 380 суток нахождения в растворе 0,5 моль/л  $H_2SO_4$  теряют 37,2% объема и 23% массы, в то же время образцы с добавками теряют всего 11,25% объема и 7,3% массы. Сравнение значений концентрации растворов кислот показывает, что больше всего подвергаются действию ионов кислот исследуемые образцы без добавок.

На нейтрализацию выщелачиваемой извести и разрушение компонентов цементного камня из состава расходуется больше кислоты, чем для образцов цемента с органоминеральными добавками. Это свидетельствует, что в растворе  $CH_3COOH$  поверхность образцов сначала покрывается коричневым слоем, после прохождения некоторого времени образцы покрываются в черный слой, а также отработанный раствор кислоты окрашивается в черный цвет.

В растворе  $H_2SO_4$ , как обычно, поверхность образцов покрывается белым слоем гипса, других сульфатных соединений, разрушение образцов происходит только с поверхности путем вымывания, коррозии слоев цементного камня. О сравнительном разрушении образцов свидетельствует также изменение их объема и массы с увеличением времени действия кислот.

Таким образом, все представленные результаты свидетельствуют о том,

что применение смешанного цемента на основе исследуемой добавки способствует не только повышению подвижности и улучшению формирования бетонной смеси, а также приводит к существенно увеличению прочностных характеристик бетона и его стойкости к влиянию агрессивных веществ.

#### Литература:

1. Махмадов Ш.Р., Шарифов А., Сайрахмонов Р.Х. Бетон на смешанном цементе с комплексной минеральной добавкой из волластанита и золы угля для подрельсовых конструкций железнодорожного пути. //Вестник ТТУ серия: Инженерные исследования №2(42) 2018 –ст 112-114.
2. Сайрахмонов Р.Х., Модифицирование цементно-волластонитовые вяжущие химическими добавками [Текст]/Сайрахмонов Р.Х.//Автореф. дис. на соискание ученой степени к.т.н. 05.17.11. – г. Ташкент, 1995. - 25с.
3. Р.Х. Сайрахмонов., С.С. Умаров, Ш.Р. Махмадов., Т.Н. Зайнидинов. Применение отходов алюминиевого производства в составе цемента и асфальтовяжущего для дорожного строительства. //Вестник ТТУ серия: Инженерные исследования №2 (34)-2016 – стр. 67-73.
4. Шарифов А., Цементно-волластонитовые вяжущие и химические добавки для повышения стойкости бетона в агрессивных средах. Душанбе: Дониш. -1994. 283 стр.

## ТАҲҚИҚОТИ ХОСИЯТИ БЕТОН ДАР АСОСИ СЕМЕНТ БО ИЛОВАГИҲОИ ОРГАНОМИНЕРАЛӢ

*Ш.Р. Маҳмадов, Р.Ҳ. Сайраҳмонов*

Дар мақола таҳқиқоти хосиятҳои физикию химиявии бетонҳо, аз ҷумла реологӣ ва тобоварӣ ба муҳити табиӣ, дар асоси якҷоякунии сементи оддӣ бо иловагиҳои минералию органикӣ аз волластонити табиӣ, хокистари ангишти сӯзондашудаи кони Зиддӣ ва пластификатори модификатсияшудаи лигно-сулфонати техникӣ (МЛСТ) таҳлил карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** семент, бетони баландсифат, иловагиҳо, пластификатор, ба зангзани тобовар, волластонит, хокистари ангишт.

## STUDY OF THE PROPERTIES OF CONCRETE BASED ON MIXED CEMENT WITH ORGANIC-MINERAL ADDITIVES

*Sh.R. Makhmadov, R.H. Sairahmonov*

The article deals with the study of the physico-chemical characteristics of concrete, in particular, rheology and resistance in aggressive

environments based on mixed conventional cement with organic additives from natural wollastonite, coal ash from the Zidinsky coal deposit and modified ligno – sulfonate technical plasticizer (MLS).

**Key words:** cement, high-strength concrete, additive, plasticizer, concrete mix, wollastonite, ash, strength, corrosion resistance.

### Сведения об авторах:

Махмадов Шохин Рахматуллоевич – старший преподаватель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортные коммуникации» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, автор более 33 научных работ, тел: 918443305, E-mail: sher\_443305@mail.ru

Сайраҳмонов Раҳимдҷон Ҳусейнович – заведующий кафедрой «Строительство дорог, сооружений и транспортные коммуникации» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, автор более 75 научных работ, тел: 906229696, E-mail: Rahim1962@mail.ru

УДК 339.1:338.467.4:629(575.3)

## МЕСТО И РОЛЬ ТРАНСПОРТА В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

*А.А. Раджабов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Особенности сельского хозяйства горного региона обуславливают специфические особенности транспортных услуг этих территорий, охватывающие вертикальную зональность размещения производства требующие специального транспорта, неравномерность перевозок в течение года, рассредоточенность перевозок, большое разнообразие видов грузов и различие их транспортных характеристик, небольшие расстояния перевозок внутри хозяйств и др., что требуют дальнейшего расширения и углубления научных исследований в области сельского хозяйства, всестороннее развитие и совершенствование производства на базе новой техники, прогрессивной технологии и организации труда с использованием последних достижений науки и передовой практики.*

*Основное место среди транспортных средств, применяемых в настоящее время в сельском хозяйстве, занимает автомобильный транспорт. Сельское хозяйство среди других отраслей материального производства отличается высокой транспортноёмкостью. В настоящее время с уче-*

*том реорганизации хозяйств на мелкие дехканские хозяйства всеми видами транспорта в среднем в расчете на гектар пашни выполняется грузооборот 20 – 30 тонна-километров, а в некоторых больших хозяйствах он достигает до 50-70 тонна-километров.*

**Ключевые слова:** *автомобильный транспорт, сельскохозяйственная продукция, межхозяйственные автомобильные дороги, сельское население, дехканские хозяйства.*

Рыночные условия и конкурентная среда в сельскохозяйственном производстве требует резкого улучшения обеспеченности некоторых процессов, особенно уборочных, транспортными и погрузочными средствами, повышения их качества, создания специально приспособленных для сельскохозяйственных грузов автомобилей, повышения их грузоподъемности и проходимости.

«Термин «сельское развитие» применительно к наиболее развитым странам получил распространение сравнительно недавно. В 1970-е, 1980-е годы XX века термин «сельское развитие» широко

использовался при характеристике программ помощи, осуществляемых международными организациями в развивающихся странах. В этих исследованиях большое внимание уделялось вопросам не только повышения эффективности сельскохозяйственного производства, но и сокращения бедности, увеличения занятости сельского населения, вовлечения женщин в активную деятельность, повышения доступа сельского населения к чистой воде и другим общественным благам. Одновременно этот же термин широко используется в развитых странах, его сущностное содержание постоянно эволюционирует с учетом происходящих тенденций в социально-экономических и демографических процессах в этих странах» [4].

Наиболее важным направлением реализации Продовольственной программы Республики Таджикистан является совершенствование во всех отраслях АПК (агропромышленного комплекса) с максимальной ориентацией производства на достижение высоких конечных результатов [5, стр.90].

Рыночные условия и конкурентная среда в сельскохозяйственном производстве требует резкого улучшения обеспеченности некоторых процессов, особенно уборочных, транспортными и погрузочными средствами, повышения их качества, создания специально приспособленных для сельскохозяйственных грузов автомобилей, повышения их грузоподъемности и проходимости.

Преобразования современного производства под воздействием науки и техники настолько значительны по темпам, масштабам, глубине и результативности, что само производство по существу превращается в научно-производственный комплекс. Обеспечение его эффективного функционирования требует создания единой системы управления им и составляющими его непрерывно взаимодействующими блоками.

Оснащение сельского хозяйства совершенными орудиями труда, основанными на использовании новейших достижений науки и техники, является важнейшим условием снижения трудовых затрат, ликвидации последствий неблагоприятной демографической ситуации, а также экономии топливных и других ресурсов и обновления активной части основных производственных фондов. Все эти и другие факторы, зависящие от транспортных услуг, лежат в основе дальнейшего повышения эффективности аграрной экономики.

«Родиной машинного производства в сельском хозяйстве является Англия. Наиболее удобны условия в провинции Саксонии, где мы находим крупные хозяйства, интеллигентное рабочее население и многочисленные машиностроительные заводы» [2].

Обеспечивая перевозки между разными отраслями материального производства, между предприятиями одной отрасли, а также внутри предприятий, транспорт является одним из важнейших условий осуществления процесса производства и обеспечивает переход продукта в сферу потребления. Осуществляя перевозки средств труда и рабочей силы, он принимает непосредственное участие в производстве материальных благ и оказании услуг, следовательно, непосредственно участвует в создании потребительной стоимости.

Транспортные затраты в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции составляют 20-25%, а с повышением уровня интенсификации сельского хозяйства удельный вес этих затрат возрастет до 30-35%. Следует также отметить, что около 15% всего фонда оплаты труда в хозяйствах идет на оплату труда работников, занятых на транспортных и погрузочно-разгрузочных работах.

«Передовые страны мира осуществили в процессе аграрной эволюции рационализацию производства за счет его интенсификации. Это позволило не только увеличить выпуск сельскохозяйственной продукции и расширить ее ассортимент, повысить производительность труда и эффективность аграрного производства, но и экономнее расходовать отдельные ресурсы производства, в т. ч. наиболее важный среди них - земельный, предназначенный для сельскохозяйственного использования. В то же время использование в производстве сельскохозяйственной продукции все более мощных тракторов, специальных машин и сложного сельскохозяйственного оборудования, новейших технологических приемов, включающих орошение и химизацию, ускорило истощение и потери ценных земельных и водных ресурсов. Усилилось негативное воздействие общества на окружающую природную среду.

Заметным последствием научно-технической революции в сельском хозяйстве мира стало и оскудение земельных пространств людскими ресурсами. Это связано в первую очередь, с механизацией и электрификацией производственных процессов. За-

меной машинами живого труда, ростом производительности и сокращением рабочих мест в сельском хозяйстве. В связи с урбанизацией и растущим переходом людей из сельской местности в города, сельские территории становятся все более безлюдными, в результате не только меняется образ жизни большей части населения, но и сами территории остаются без соответствующего «присмотра», что ведет к их запустению, к «деколонизации» ранее освоенных пространств» [6].

В сельском хозяйстве перевозится большое число разных видов грузов: обычные грузы (продукция, сырье, материалы); техника по дорогам и полям; скот (перегоны и перевозки на разных транспортных средствах); рабочие к месту работы и обратно к месту их жительства и другие виды грузов.

Доказано, что улучшение транспортных услуг в сельском хозяйстве будет способствовать совершенствованию и укреплению его материально-технической базы и явится основой ликвидации существенных различий между городом и деревней.

В странах бывшего Союза ситуация с транспортом и автодорог в сельских территориях почти одинакова.

Например, как отмечает Коваленко Н.Я. «В последние годы недостаточно внимания уделяется строительству дорог внутрихозяйственного назначения с твердым покрытием. Уровень обеспеченности хозяйств дорогами с твердым покрытием остается весьма низким и составляет всего 5 км на одно предприятие при норме 20-22 км. По этой причине только 40% хозяйств имеют устойчивую круглогодичную связь с центральными усадьбами, а связь с животноводческими фермами обеспечена только в 20% хозяйств. Ежегодные потери от бездорожья приводят к простоям автомобилей в среднем до 40 дней в году. При этом в период распутицы и бездорожья около 60% наличного тракторного парка в хозяйствах используется на буксировке автомобилей и доставке грузов» [3].

Изучение удельного веса грузов, перевозимых в сельскохозяйственных предприятиях, позволяет определить уровень использования транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, более рационально использовать транспорт, улучшить организацию транспортных работ и повысить эксплуатационно-экономические показатели работы транспортных средств.

Транспортные средства в сельском хозяйстве разнообразны и насчитывают до 60 различных видов машин, орудий и средств механизации. Они классифицируются по следующим основным признакам:

-по производственному признаку - внутрихозяйственные и внехозяйственные;

-по виду используемых приводов транспортных средств: а) с механическим приводом (автомобильный, тракторный, гидравлический, пневматический, речной, воздушный, аэросани, краны, конвейеры и т. д.); б) без механического привода (гужевой, ручные тележки и т. д.);

-по функциональному назначению - технологический и вспомогательный.

Основным видом транспорта является автомобильный. По своему назначению он подразделяется на грузовой, пассажирский, тягачи и специальный.

Следовательно, речь должна идти о модернизации не только отраслей АПК, но и о тех отраслях промышленности, которые формируют основные фонды аграрного сектора. Необходимы принципиально новые машины и оборудование, технические параметры которых соответствуют нынешнему мировому уровню. В противном случае, мы обрекаем себя на еще большее отставание от развитых стран, а отечественную продукцию - на проигрыш в конкурентной борьбе на отечественном и внешнем рынках. Однако без повышения доходности сельскохозяйственных товаропроизводителей и продуманной государственной инвестиционной политики решить эту важнейшую проблему вряд ли удастся» [1].

Дорожные условия, в которых производится перевозка сельскохозяйственных грузов, очень разнообразны: от асфальтированных и улучшенных грунтовых дорог при осуществлении внешних перевозок до вспаханного поля и полного бездорожья в условиях весенней и осенней распутицы при осуществлении преимущественно внутрихозяйственных перевозок. Сочетание перечисленных факторов обуславливает необходимость применения в сельском хозяйстве различных видов транспортных средств.

Как показывает практика, автомобильный транспорт, принадлежащий хозяйствам, целесообразнее использовать для внутрихозяйственных (технологических) перевозок, а специализированный транспорт в основном для вне хозяйственных. Последний обеспечивает централизованную доставку

всех грузов поступающих в адрес хозяйств и вывозку грузов из хозяйств.

Критерием для выбора транспортных средств и наиболее рационального способа перевозки грузов является достижение минимума затрат общественного труда, то есть минимума текущих расходов и единовременных вложений в основные и оборотные средства, связанных с освоением планируемого грузооборота.

При определении оптимального варианта перевозок необходимо в расчетах учитывать себестоимость перевозок тем или иным видом транспорта, стоимость погрузочно-разгрузочных работ, сохранность груза при различных вариантах перевозки и т. д. Следовательно, для всесторонней оценки экономичности различных видов транспорта необходимо использовать ряд показателей: себестоимость доставки груза, тариф за перевозку, денежные вложения.

Как уже указывалось, транспортные средства, принадлежащие хозяйствам, используются большую часть времени на внутривозвратных перевозках. Они являются технологическим транспортом и непосредственно участвуют в выполнении процессов сельскохозяйственного производства. Их отвлечение из сферы сельскохозяйственного производства для перевозки грузов с баз снабжения и от железнодорожных станций нарушает процесс производства, его ритмичность. В то же время автомобильный транспорт хозяйств нередко простаивает, а грузоподъемность автомобилей используется лишь на 20-25%. При этом, помимо транспорта, из сферы непосредственно сельскохозяйственного производства отвлекается большое число грузчиков и инженерно-технических работников.

Росту производительности автомобилей способствует также лучшее использование пробега, что во многом зависит от организации движения автомобилей. Более производительное использование автотранспорта и сокращение холостых пробегов зависит также от своевременного и правильного планирования грузопотоков, рационального расположения гаража на территории хозяйства.

Обобщающим эксплуатационным показателем работы автомобилей является выработка в тоннах и тонна километрах на одну среднесписочную автомобиле-тонну за анализируемый период.

Эффективность использования автопарка в сельском хозяйстве во многом зави-

сит от технического состояния автомобилей и готовности к выполнению работы на линии. Этому способствует улучшение технического обслуживания и ремонта автомобилей, внедрение индустриальных методов ремонта. Важную роль призваны сыграть меры по улучшению работы службы эксплуатации в автохозяйствах, в первую очередь путем внедрения научной организации труда при организации выпуска подвижного состава на линию, улучшения оперативного контроля за работой автомобилей на линии, обеспечения диспетчерских помещений необходимыми средствами связи, улучшения оперативного учета, анализа и отчетности в транспортных организациях.

С ростом объема транспортных работ в хозяйствах увеличиваются затраты на перевозку грузов и погрузочно-разгрузочные работы. Задача – организовать транспортировку грузов с наименьшими затратами труда и средств - приобретает большое народнохозяйственное значение.

Важным результативным показателем работы транспорта является себестоимость тонна-километра. Основными факторами, определяющими величину себестоимости тонна-километра, являются производительность машин и размер затрат на эксплуатацию автотранспорта.

К основным затратам на эксплуатацию автотранспорта относят заработную плату шоферов с начислениями, затраты на горючее и смазочные материалы, на технические уходы и ремонт автомобилей и прицепов, на восстановление и ремонт шин, а также амортизационные отчисления.

К накладным затратам относят заработную плату заведующего гаражом с начислениями, амортизационные отчисления по гаражу, инструменту и инвентарю, затраты на текущий ремонт гаража, на мероприятия по технике безопасности и прочие расходы.

Бесперебойная и ритмичная работа транспорта с наименьшими затратами труда и средств, обеспечение сохранности грузов требуют правильной организации погрузочно-разгрузочных операций. Для сельского хозяйства за последние годы выпускаются погрузочные машины и устройства десятков наименований. Заметно возрос уровень механизации погрузки сельскохозяйственной продукции. Однако большая часть погрузочно-разгрузочных работ в сельском хозяйстве пока выполняется вручную.

Большое разнообразие перевозимых в сельском хозяйстве грузов по весу единицы

изделия, габаритам и упаковке, сезонность и другие особенности требуют в каждом отдельном хозяйстве применительно к сложившимся условиям работы разработки и применения высокоэффективной технологической линии перевозок грузов.

При транспортном обслуживании хозяйств большое значение имеет наличие постоянных мест разгрузки различных грузов и согласованных с хозяйствами графиков доставки средств материально-технического снабжения.

Правильная эксплуатация машинно-тракторного парка и высокопроизводительное его использование могут быть обеспечены на основе хорошо организованной ремонтной базы. С применением передовых методов ремонта машин достигается своевременное и высокое качество ремонта, надежность в эксплуатации при меньших расходах.

Машины в процессе эксплуатации, а также при хранении и консервации подвергаются физическому износу, вследствие чего они перестают удовлетворять предъявляемым требованиям.

Поддержание техники в работоспособном состоянии и восстановление ее основных эксплуатационных показателей достигается системой плано-предупредительного технического обслуживания и ремонта с помощью ремонтной базы.

Потребность в проведении тех или иных видов ремонта возникает периодически или случайно, и она обусловлена изменяющейся в широких пределах долговечностью деталей, составляющих машину. Дело в том, что хотя в современных тракторах и автомобилях имеется определенный объем примерно равнопрочных деталей, в то же время в них имеются детали со сроком службы несколько месяцев или же, наоборот, со сроком, превышающим экономически целесообразное использование машины в хозяйстве.

Значительные различия в долговечности отдельных деталей присущи не только машине в целом, но и отдельным узлам. В результате потребность в ремонте может наступить после того, как вышла из строя самая недолговечная деталь, а в дальнейшем - по мере выхода из строя других отдельных деталей. При этом замена износившихся деталей новыми может происходить как в течение первого года, так и в последующие. Эта замена обоснована экономически и технически необходима. Следует иметь в

виду, что создание машин из равнопрочных деталей в ближайшем будущем маловероятно и экономически не всегда целесообразно.

В научно-техническом прогрессе важная роль отводится универсализации и унификации сельскохозяйственной техники. К универсальным машинам относятся такие, которые выполняют несколько различных операций поочередно и в разное время или применяются для обработки различного материала, например свекловичная сеялка, зерноочистительные машины, зерноуборочный комбайн с приспособлениями для уборки нескольких культур. К унифицированным машинам относят такие, которые имеют много деталей и отдельных узлов общих с другими сельскохозяйственными машинами.

Одним из прогрессивных методов организации сельскохозяйственного производства является поточное производство. Поточным производством называется такое производство, которое основано на разделении технологического процесса на составные части, расположении рабочих мест и оборудования по ходу технологического процесса, закреплении за каждым рабочим местом одной или нескольких повторяющихся операций и последовательной передаче кратчайшим путем предмета труда с одного рабочего места на другое посредством механических устройств. При поточном производстве в сельском хозяйстве все процессы выполняются с помощью различных типов машин, причем могут применяться несколько, т. е. группа, однотипных машин.

Научной основой рационализации рабочих процессов в сельском хозяйстве являются следующие принципы: пропорциональность, согласованность, равномерность и непрерывность. Выполнение этих принципов обеспечивает следующие условия: организация рабочего места; соблюдение технологических требований; рациональное комбинирование условий труда; соответствие машин и орудий, технологии и организации труда условиям производства; соответствие режимов труда и отдыха условиям труда; нормализация производственных условий; рациональная организация индивидуального труда; увязка всех звеньев поточного производства по производительности. Рациональные формы разделения и кооперации труда, организация и нормирование рабочих процессов неразрывны и являются неотъемлемыми частями поточной организации производства.

Поточное производство в сельском хозяйстве не только уменьшает потери и повышает качество продукции, но и улучшает организацию производства, увеличивает производительность труда, облегчает труд рабочих, сокращает производственный цикл, снижает себестоимость продукции и улучшает все остальные – технико-экономические показатели.

Поточность производственных процессов создает возможность интенсивного внедрения транспортных средств, и в первую очередь автомобильного транспорта. Кроме автомашин в сельскохозяйственном производстве будут широко использоваться тракторные прицепы.

В настоящее время промышленность выпускает свыше 70 наименований автомашин для использования их в сельском хозяйстве. В хозяйствах все шире будут эксплуатироваться бортовые автомобили, автомобили-самосвалы, седельные тягачи, легковые автомобили, автобусы, автомобили со специальными кузовами, автоцистерны, автомобильные крапы, специальные автомобили.

Основная часть парка сельскохозяйственного транспорта находится в частном секторе. За последние годы накоплен некоторый опыт централизации внехозяйственного транспорта.

Основой технического прогресса является быстрое развитие науки, широкое внедрение научных достижений в производство.

Эффективное использование природных материальных и трудовых ресурсов зависит от развития науки и совершенствование материально-технической базы. Наука сейчас становится непосредственной производительной силой общества, решающим условием повышения эффективности производства, в том числе и сельского хозяйства.

Таким образом, научно-технический прогресс в транспортном обслуживании сельского хозяйства – это дальнейшее расширение и углубление научных исследований в области сельского хозяйства, всестороннее развитие и совершенствование производства на базе новой техники, прогрессивной технологии и организации труда с использованием последних достижений науки и передовой практики. Дальнейшее улучшение транспортных услуг в сельском хозяйстве будет способствовать совершенствованию и укреплению его материально-технической базы и явится основой ликвидации существ-

венных различий между городом и деревней, основой повышения благосостояния трудящихся и фактор обеспечивающий устойчивое развитие сельских территорий в нашей республике.

#### Литература:

1. И.Г. Ушачев Продовольственная безопасность России в рамках глобального партнерства. – М.: Издательство ИП Насирддинова В.В., 2013. с.-90.
2. Каутский Карл Аграрный вопрос: Пер. с нем. / Предисл. П. И. Стучки. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. С-27-28.
3. Коваленко Николай Яковлевич Экономика сельского хозяйства: учебник для академического бакалавриата / под ред. Н. Я. Коваленко.-М.: Изд. Юрайт, 2018. - 406 с. - Серия: Бакалавр. Академический курс. с.-41.
4. Крылатых Э.Н. Аграрная европа в XXI веке.М.: Летний сад, 2015, с.-231-232
5. Раджабов А.А. Методика определения доли сельской местности при перевозках грузов и пассажиров автомобильным транспортом/Раджабов А.А. // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования.- 2018, №2(42), стр. 90.
6. Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: Зарубежный опыт и проблемы России. М.: изд-во научных изданий КМК. 2005, с.-29.

#### МАВҚЕЪ ВА НАҚШИ НАҚЛИЁТ ДАР РУШДИ УСТУВОРИ МИНТАҚАИ ДЕҲОТ

*А.А. Раҷабов*

Хусусияти хоҷагии қишлоқи минтақаи деҳот хусусияти ҳоси хизматгузори нақлиёти ин минтақа буда, ихотақунандаи минтақаи амудии истехсол, ки талаботи нақлиёти махсус, номунтазамии интиқол дар давоми сол, номуайянии интиқол, кашониши борҳои калони гуноғуннамуд ва тавсифи гуноғунии нақлиёт, масофаҳои интиқоли на он қадар дури байни хоҷагиҳо ва ғайраро дар бар гирифта, талаботи васеъкунӣ ва рушд, ҳамчунин тадқиқоти илмии асоснок дар соҳаи хоҷагии қишлоқ, рушди ҳаматарафа ва мукамалнамоии истехсолот дар заминаи техникаҳои нав, рушди технологӣ ва ташкили меҳнат бо истифодаи навоариҳои илмии муосир ва таҷрибаи пешқадам ба шумор меравад.

Мавқеи асосиро байни воситаҳои ҳаракатқунандае, ки дар хоҷагии қишлоқ айнаи ҳол истифода мегардад, нақлиёти автомобилӣ мебозад. Хоҷагии қишлоқ байни



дигар соҳаҳои истехсолоти моддӣ бо нақлиётталабии баланд тафовут дорад. Дар айни ҳол бо назардошти таҷзияи хоҷагиҳо ба хоҷагиҳои деҳқонии хурд ҳамаи намудҳои нақлиёт ба ҳисоби миёна барои 1 гектар шудгор гардиши бор 20-30 тонна-километр ва барои баъзе аз хоҷагиҳои бузург ин нишондиҳанда ба 50-70 тонна-километр баробар мебошад.

**Калимаҳои калидӣ:** нақлиёти автомобилӣ, маҳсулоти хоҷагии қишлоқ, роҳҳои автомобилгарди байнихоҷагӣ, аҳолии деҳот, хоҷагии деҳқонӣ.

## THE PLACE AND ROLE OF TRANSPORT IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS

*A.A. Rajabov*

Features of agriculture of the mountain region cause specific features of transport services of these territories covering vertical zonality of placement of production demanding special transport, unevenness of transportations during the year, dispersion of transportations, a wide variety of types of freights and difference of their transport characteristics, small distances of transportations in farms, etc. that demand

further expansion and deepening of scientific researches in the field of agriculture, comprehensive development and improvement of production on the basis of new technology, advanced technology and labor organization using the latest achievements of science and best practices.

The main place among the vehicles currently used in agriculture is occupied by road transport. Agriculture among other branches of material production is characterized by high transport capacity. Currently, taking into account the reorganization of farms into small dehqan farms, all modes of transport, on average, per hectare of arable land, the cargo turnover is 20 - 30 tons-kilometers, and in some large farms it reaches 50-70 tons-kilometers.

**Key words:** road transport, agricultural products, inter-farm roads, rural population, dehqan farms.

### Сведения об авторе:

Раджабов Абдухалим Абдурахимович – ст. преп. кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” ТТУ им. акад. М.С. Осими. Конт.инф.: тел. 918-70-99-04, e-mail: [raa\\_16.12.78@mail.ru](mailto:raa_16.12.78@mail.ru)

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ГРАНИЧНОГО УСЛОВИЯ ЧЕТВЕРТОГО РОДА НА ДВС С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

*А.А. Саибов\*, А.М. Умирзоков\*, М.А. Абдуллоев\*\**

*\*Таджикский национальный университет*

*\*\*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В работе представлены некоторые результаты теоретических исследований системы охлаждения дизелей 4С10.5/12, обеспечивающие выполнение граничного условия четвертого рода, характеризующего принудительный конвективный теплообмен поверхности тела с окружающей средой (воздухом).*

**Ключевые слова:** *дизель, воздушное охлаждение, граничные условия, теплопередача, теплообмен, температура окружающей среды, температура отработавших газов, температурное поле, теплоотдача.*

При решении задачи, например, определения температурного поля, в случае периодически изменяющегося воздействия среды, что характерно для поршневых двигателей, предполагается, что предшествующая продолжительность процесса настолько велика, что влияние начального распределения температуры уже не проявляется и, следовательно, температурное поле определя-

ется только внешними воздействиями.

Принято различать четыре вида граничных условий.

1. Граничное условие первого рода предусматривает задание распределения температуры на поверхности тела в любой момент времени, т.е.

$$T_w(\tau) = f(x, y, z, \tau), \quad (2.1)$$

где

$T_w(\tau)$  - температура на поверхности тела (гильзы или поршня).

2. Граничное условие второго рода учитывает задание плотности теплового потока через каждый элемент поверхности тела в функции времени, т.е.

$$q_w(\tau) = -\lambda(T) \left( \frac{\partial T}{\partial n} \right)_n, \quad (2.2)$$

где

$q_w$  - плотность теплового потока на поверхности тела (гильзы или поршня);

$n$  - внешняя нормаль к поверхности тела;

$\lambda$  - теплопроводность материала тела.

3. Граничное условие третьего рода предусматривает задание коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  и температуры газа в камере сгорания  $T_\infty$ . Тепловой поток в этом случае определяется законом Ньютона:

$$q_w = \alpha(T_\infty - T_w). \quad (2.3)$$

В соответствии с законом сохранения энергии количество теплоты, подведенной к поверхности тела, равно количеству теплоты, проходящему в нем посредством теплопроводности:

$$\alpha(\tau)[T_\infty(\tau) - T_w(\tau)] = -\lambda(T) \left( \frac{\partial T}{\partial n} \right)_n; \quad (2.4)$$

где

$\alpha$  - коэффициент теплоотдачи (в некоторых случаях его представляют в виде коэффициента сложного теплообмена), учитывающий совместное воздействие конвекции и радиации).

Уравнение (2.4) будет иметь единственное решение, если температура газа в камере сгорания  $T_\infty$  и коэффициент теплообмена  $\alpha$  заданы для всех элементов поверхности как функции координат и времени.

4. Граничное условие четвертого рода, соответствующее условиям теплообмена поверхности тела с окружающей средой (например, конвективный теплообмен тела с жидкостью или воздуха) или теплообмена между двумя соприкасающимися телами, при равенстве температур соприкасающихся поверхностей:

$$\lambda_1 \left( \frac{\partial T_1}{\partial n} \right) = \lambda_2 \left( \frac{\partial T_2}{\partial n} \right); \quad T_{1n}(\tau) = T_{2n}(\tau). \quad (2.5)$$

Здесь индексом 1 обозначен теплоприемник – охлаждающая среда, а индекс 2 обозначает теплоотдающее тело.

Основопологающим моментом для проектирования системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания является обеспечение выполнения граничного условия четвертого рода (2.4) и (2.5), характеризующего условия принудительного конвективного теплообмена поверхности тела с окружающей средой (с жидкостью или воздухом).

Проектирование системы охлаждения, как правило, начинается с анализа теплового баланса, который может быть выполнен на основе данных, утвержденных в техническом задании.

Определяется общее количество теплоты, выделившейся при сгорании топлива

$$Q_o = \frac{1}{3600} g_e N_e H_u \quad (2.6)$$

Количество теплоты, затрачиваемое на эффективную работу дизеля

$$Q_e = Q_o \eta_e \quad (2.7)$$

Количество теплоты, уносимое с отработавшими газами

$$Q_r = \frac{g_e N_e}{3600(h_r - h_a)}, \quad (2.8)$$

где

$h_r$  и  $h_a$  - энтальпия (теплосодержание) отработавших газов и рабочей смеси.

Количество теплоты, потерянное вследствие неполноты сгорания

$$Q_{n.n} = Q_o(1 - \mu) \quad (2.9)$$

Количество теплоты, которое требуется отвести в систему охлаждения

$$Q_{c.o} = Q_o - (Q_e + Q_r + Q_{n.n}) \quad (2.10)$$

Плотность теплового потока через теплоотдающую поверхность

$$q_w = \frac{Q_{c.o}}{F} \quad (2.11)$$

Коэффициент теплоотдачи определяется из отношения

$$\alpha = \frac{q_w}{\Delta T} \quad (2.12)$$

Необходимое количество охлаждающего воздуха определяется из выражения

$$G_o = \frac{3600 Q_{c.o}}{\rho(h_w - h_o)} = \frac{3600 Q_{c.o}}{(\rho_w c_{p_w} t_w - \rho_o c_{p_o} t_o)} \quad (2.13)$$

где

$Q_{c.o}$  - количество тепла отводимого системой охлаждения, Вт;

$(h_w - h_o)$  - разность энтальпий воздуха у стенки и на входе в межреберные каналы;

$c_{p_w}, c_{p_o}$  - изобарная теплоемкость воздуха у поверхности и на входе в систему охлаждения.

Расчеты показывают, что для поддержания температуры цилиндра 170<sup>0</sup>С достаточно обеспечить расход воздуха ≈1150 м<sup>3</sup>/ч. Это более чем в два раза меньше расхода воздуха, применяемого в дизелях 4Ч10.5/12.0. Имеющиеся в работе [1] указания на низкий КПД вентиляторов ( $\eta \approx 0.45$ ) позволяют предположить, что высокое сопротивление тракта является следствием турбулентного режима движения, а также несовершенства тракта.

Заметим, что теплопередача, равно как и динамика движения турбулентного потока до настоящего времени рассматривалась на основе полуэмпирических уравнений, выведенных для сугубо конкретных условий. Поэтому обоснованность их использования применительно к общим задачам вызывает сомнения. Именно этот факт и стал побудительной причиной пересмотра позиций относительно кинематики потока воздуха непосредственно перед входом в межреберные каналы с тем, чтобы найти приемлемые методы оценки и способы повышения эффективности теплообмена между деталями двигателя и охлаждающей средой.

Как уже отмечалось ранее, формализация движения воздуха на входе в межреберные каналы цилиндров и их головок в виде фронтально направленного равномерного потока не является корректной. Это объясняется тем, что воздух нагнетается в подкожухное пространство осевым вентилятором, лопасти которого создают пульсацию потока с частотой, равной произведению частоты вращения ротора на число лопаток. Кроме того, условия на входе в межреберные каналы цилиндров и их головок, равно как и конфигурация всего тракта, оказывают существенное влияние на напорные характеристики вентилятора, включая и *помпажную*, а траектория движения воздуха существенно отличается от прямолинейной. К тому же в эксплуатации скоростной режим дизеля, а значит и вентилятора не является стационарным, что вызывает определенные сложности математической формализации условий на входе в зону теплообмена, где применимы граничные условия четвертого рода. Поэтому представляет теоретический и практический интерес исследование условий формирования, кинематики и динамики потока воздуха в подкожухном пространстве. Необходимость анализа обусловлена также наличием априорной информации о существенной неравномерности температурных полей не только по внешним периметрам поверхностей цилиндров и их головок, но что особенно важно, между отдельными секциями ЦПГ.

Согласно сложившимся представлениям характер движения воздуха иллюстрируется рис. 1.

Поток воздуха, засасываемый лопастями ротора вентилятора 10, через сетку 13 и лопатки направляющего аппарата 11, в пространство под кожухом, движется по

сложной винтовой траектории. На трассе, до поверхностей цилиндров и головок, поток воздуха встречается с препятствиями: масляным радиатором 1; кожухами штанг толкателей 3; анкерными шпильками и деталями крепления средних дефлекторов.

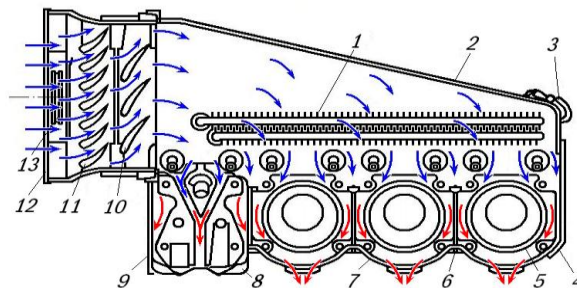


Рис. 1. Классическая схема представления кинематики потока воздуха в системе охлаждения дизелей 4Ч10.5×12.0:

1 – радиатор масляный; 2 – кожух; 3 – защелка; 4 – дефлектор задний; 5 – цилиндр; 6 – винт стяжной; 7 – дефлектор средний; 8 – головка цилиндра; 9 – дефлектор передний; 10 – лопасть вентилятора; 11 – лопасть направляющего аппарата; 12 – сетка защитная; 13 – шкив.

Каждое из этих препятствий является не только источниками теплоотдачи, но и возмущителями движения, задаваемого профилем лопатки. Кроме того, смещение оси вентилятора от оси коленчатого вала, обусловленное его диаметром и требованиями к компактности конструкции, вынуждают использовать кожух 2, который деформирует поток воздуха так, что математическое описание его становится крайне затруднительным. Поэтому, зачастую, ограничиваются экспериментальным поиском оптимального решения по результатам регистрации температурных полей деталей ЦПГ при различных вариантах конструкции тракта.

Естественно, такой подход более трудоемок, а самое главное, смещает этап проектирования системы охлаждения в период доводочных испытаний, что отодвигает сроки ввода конструкции в стадию технологической подготовки производства и ограничивает возможности получения оптимального решения в силу практической завершенности проектирования остальных систем дизеля.

Сложности теоретического анализа и формализации законов движения воздуха в некоторой степени могут быть преодолены методом сечения потока в характерных участках тракта. Сечения, в которых гипотетически происходят изменения

кинематики и динамики потока, определяющие его параметры на входе в межреберные каналы цилиндров и их головок, указаны на рис. 2.

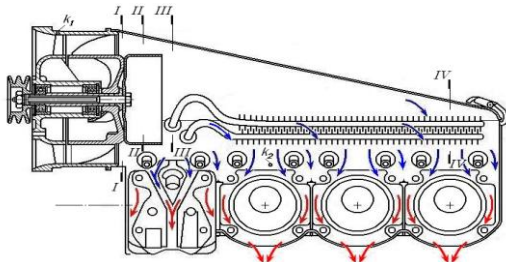


Рис. 2. Схема характерных сечений потока воздуха в пространстве под кожухом вентилятора дизеля 4Ч10.5/12.0: I-I – при сходе с лопаток ротора; II-II – в средней части удлинителя; III-III – по оси первого цилиндра; IV-IV – по оси четвертого цилиндра;  $k_1$  и  $k_2$  – точки измерения статического напора в направляющем аппарате и под кожухом.

Проходящий в сечении I-I поток воздуха, представляется кольцеобразным течением, называемым *втулочным*. Поток закручен по винтовой спирали, образуемой плоскостями лопаток ротора, так что параметры движения должны рассматриваться в цилиндрических координатах с учетом угла закручивания. Но, поскольку нами рассматривается движение на относительно малой трассе, то можно допустить, что вектор потока направлен симметрично оси ротора и что к нему применим закон Пуазейля.

Площадь поперечного сечения I-I запишется

$$F_{I-I} = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2), \quad (2.14)$$

где

$d_1$  и  $d_2$  - радиусы по внутреннему и наружному контуру лопаток,  $d_1 = 160$  мм,  $d_2 = 230$  мм; а  $F_{I-I} = 0.02144$  м<sup>2</sup>

Расход воздуха в сечении I – I определяется

$$Q_v = \frac{\pi \Delta p}{8\mu l} \left[ r_2^4 - r_1^4 - \frac{(r_2^2 - r_1^2)^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right], \quad (2.15)$$

где

$r_1$  и  $r_2$  - радиусы по внутреннему и наружному контуру лопаток,  $r_2 = 115$  мм,  $r_1 = 80$  мм;

$\mu$  - коэффициент динамической вязкости воздуха, при температуре 20°С  $\mu = 1.808 \cdot 10^{-5}$  Па·с;

$l$  – расстояние от задней кромки лопасти вентилятора до контрольного сечения, мм.

Не ставя под сомнение численные значения производительности вентилятора, которые приводятся в ряде исследований [1-8], произведем анализ поведения функции (2.15). Согласно (2.15) напорная характеристика вентилятора весьма чувствительна к линейному размеру  $l$ , причем величина  $\Delta p$  особенно интенсивно снижается на удалении  $l = 1 \dots 10$  мм (рис. 3.). Это, по-видимому, является следствием перехода *втулочного* характера движения в сплошной за сечением III-III.

В экспериментальных исследованиях производительность вентилятора определяется по величине косвенного показателя – статического давления в направляющем аппарате.

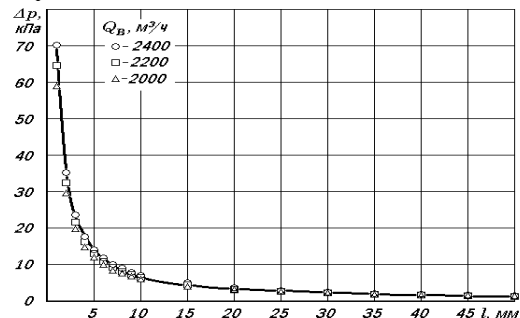


Рис. 3. Зависимость напора от удаления от кромки лопасти при различных величинах расхода воздуха по (2.15).

Представленный на рис. 4. график функции  $p_{н.а} = f(Q_v)$  параболический, в то время как из (2.15) следует, что он должен быть линейным. Нелинейность изменения статического напора в направляющем аппарате в зависимости от расхода воздуха позволяет утверждать, что квадратичный член уравнения характеризует закон изменения коэффициента сопротивления.

Для подтверждения данного предположения необходимо выразить скорость потока воздуха в пуазейлевой форме

$$w_{cp} = \frac{\Delta p}{8\mu l} \left[ r_2^2 + r_1^2 - \frac{r_2^2 - r_1^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right], \quad (2.16)$$

и напор, являющийся движущей силой потока

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho w_{cp}^2}{2}. \quad (2.17)$$

Решая совместно последние два уравнения, получим выражение коэффициента сопротивления потока

$$\lambda = \frac{128\nu\mu l d_{cp}}{\Delta p \left[ r_2^2 + r_1^2 - \frac{r_2^2 - r_1^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right]^2} \quad (2.18)$$

где

$\nu$  - коэффициент кинематической вязкости воздуха, при  $t=20^0C$   $\nu=1.5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  
 $d_{cp}$  - средний диаметр кольцеобразного сечения канала,  $d_{cp} = 145 \text{ мм}$ .

Представленные на рис. 5 графики зависимости коэффициента сопротивления от величины напора воздуха убедительно показывают, что уменьшение  $\lambda$  по мере удаления от задних кромок лопастей вентилятора обусловлено изменением режима течения потока.

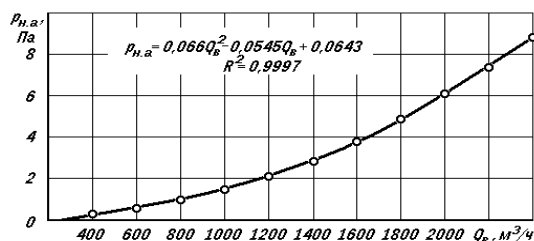


Рис. 4. Зависимость статического напора в направляющем аппарате от производительности вентилятора.

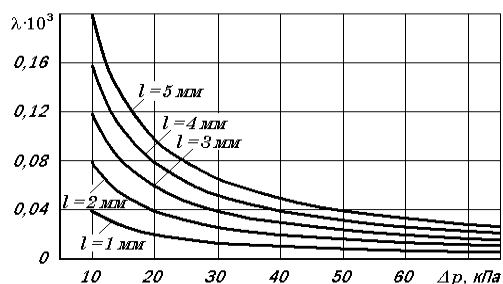


Рис. 5. Зависимость коэффициента сопротивления от величины напора воздуха на различном удалении задних кромок лопастей вентилятора (2.18).

Более убедительное подтверждение этого эффекта можно найти оценкой рейнولدсова числа, которое вычисляется по соотношению

$$Re_l = \frac{w_{cp} d_{cp}}{\nu} \quad (2.19)$$

Из графиков (рис. 6) следует, что уже при  $\Delta p = 10 \text{ кПа}$  режим движения воздуха турбулентный, для которого оценки коэффициента сопротивления по (2.18) неприемлемы. Очевидно, что в силу неразрывности потока сопротивление движению обусловлено формированием его на входе в межреберные каналы и параметрами мини-

мального проходного сечения, которое расположено вдоль оси коленчатого вала. В сечении II-II поток воздуха сжимается вследствие конусообразной формы кожуха и цилиндричности внутреннего контура (поверхности удлинителя), т. е. этот участок представим в виде конфузора.

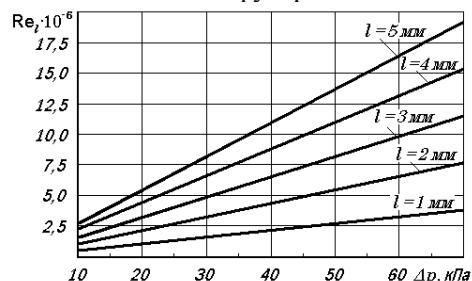


Рис. 6. Зависимость местного числа Рейнольдса от величины напора воздуха на различном удалении задних кромок лопастей вентилятора (2.19).

Сжатие потока в сечении II-II приводит к качественным и количественным изменениям характеристик потока воздуха, что нашло подтверждение анализом с помощью изэнтропических формул

$$\frac{F}{F_1} = \frac{M_1}{M} \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M^2}{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}; \quad \frac{p}{p_1} = \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{k}{k-1}};$$

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{k-1}}; \quad \frac{T}{T_1} = \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2}$$

$$\frac{u}{u_1} = \frac{M}{M_1} \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (2.20)$$

Анализ характеристик потока выполнялся при следующих условиях:

- скорость потока воздуха принималась  $u = 50 \text{ м/с}$ ;
- число Маха  $M = u/a = 0.142857$ , где  $a = 340 \text{ м/с}$  – скорость звука;
- число Маха  $M_1$  определялось методом интеграций при заданных соотношениях  $F/F_1$ .

Результаты анализа представлены графиками на рис. 7.

Сжатие потока при сходе с кромки удлинителя ( $F_{II-II} = 0.00916 \text{ м}^2$ ) сопровождается существенным изменением скорости. Если скорость воздуха на выходе из ( $F_{I-I} = 0.02144 \text{ м}^2$ ) вентилятора = 32.4 м/с, то в сечении II-II, точнее при  $F/F_1 = 0.4274$ , она возрастает в 2.368 раза достигая 118.4 м/с. Стрелки пунктирных линий указывают на

соответствующие изменения остальных показателей, из которых давление является относительной характеристикой напора. В сечении III-III, внутренний контур потока воздуха сходит с удлинителя, а внешний контур продолжает деформироваться кожухом. В результате происходит ступенчатое увеличение площади поперечного сечения, поток замедляется и перераспределяется во всей области под кожухом.

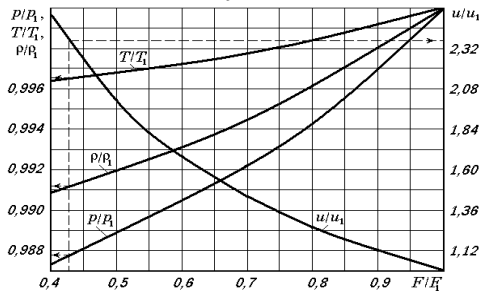


Рис. 7. Относительные характеристики изменения давления, плотности, температуры и скорости потока воздуха в зависимости от степени сужения поперечного сечения тракта (2. 20).

Срыв потока с кромки удлинителя приводит к образованию обратных токов по его внутренней образующей поверхности. По мере приближения к оси ротора поток разворачивается и меняет направление движения. Перераспределение характеристик потока воздуха обусловлено также расположением масляного радиатора, за которым сопротивление движению увеличивается. Встречая сопротивление от поверхностей масляного радиатора, кожухов штанг толкателей, цилиндров и их головок, винтообразная траектория движения потока поворачивается и устремляется к зоне в сечении III-III (рис. 2). Пространственный угол поворота потока обусловлен частотой вращения вентилятора и расположением (удаленностью и вертикальной координатой) объекта теплообмена.

Ввиду сложности формализация потока в сечении IV-IV ограничимся предположением, что здесь поток теряет скорость и здесь образуется зона подобная заводи с образованием попятных течений. Давление и температура потока воздуха также понизится, а теплоноситель подогревается.

Особым образом характеризуются зоны воздушного тракта непосредственно на входе в межреберные каналы. Как показано на рис. 2 и 8, выделены зоны в сечениях I-I и II-II, ответственные за формирование потока на входе.

Конфузор не идеален, так как в сече-

нии I-I ребра обрываются, и вместе с анкерными шпильками образуют препятствие, где кинематика потока схематизируется обтеканием цилиндра и течением в щели. В сечении II-II образуется конфузор, но условия течения в нем стохастичны и не поддаются строгому математическому описанию. В сечении III-III, назовем его *миделевым*, канал можно схематизировать в виде призматического, но ядро потока не будет находиться на оси симметрии вследствие волнового характера потока; здесь поток ускоряется.

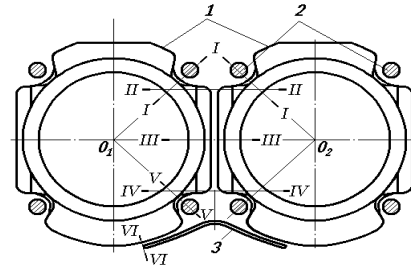


Рис. 8. Особые зоны воздушного тракта, определяющие характер движения потока и переноса теплоты от стенок цилиндров: 1 – цилиндры; 2 – анкерные шпильки; 3 – дефлектор средний.

В сечении IV-IV (рис.8) образуется зона диффузора, в котором параметры увеличиваются (рис.9, сечение II-II), а скорость потока падает, и он стремится выйти за пределы канала. Здесь же начинается деление потока по двум рукавам, представляющим кормовые зоны соседних цилиндров. Сечение V-V представляется зеркальным отражением сечения I-I, с противоположными эффектами движения. В сечении VI-VI ядро потока прижимается к кромке среднего дефлектора вследствие действия сил сопротивления трения, кориолиса и встречного потока. Поэтому последующая зона до оси цилиндра плохо обтекается.

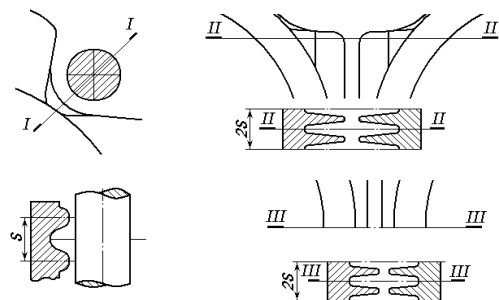


Рис. 9. Формализация сечений межреберных каналов цилиндров.

Наличие такого множества характерных участков с изменяющейся геометрией как перед входом в межреберные каналы, так и на всем их протяжении, вынуждает

исследовать параметры движения воздуха и теплопередачу в указанных сечениях.

Предлагаемая (зонная) схематизация тракта позволяет более реально характеризовать движение потока воздуха, но она существенно сложнее в реализации.

#### Литература:

1. Эфрос В.В. Развитие научных основ конструирования тракторных дизелей с воздушным охлаждением: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02. - Владимир, 1977, 39с.

2. Бобылев Ю.А. Исследования терморегулирования многоцилиндрового дизеля с воздушным охлаждением: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05. 04. 02. – Саратов, СИМЭСХ, 1967, 224с.

3. Буткус А.В. Сравнительное исследование работы двигателя воздушного охлаждения с чугунными и биметаллическими цилиндрами. Автореф. дисс. .. канд. техн. наук. - Каунас, 1964, 19с.

4. Ваисов Н.М. Исследование интенсификации теплообмена в системе воздушного охлаждения дизеля с турбонаддувом путем создания колебаний в потоке охлаждающего воздуха. Автореф. дисс... степени канд. техн. наук.- Челябинск, 1977, 20с.

5. Иргашев У. Исследование теплового состояния дизеля с воздушным охлаждением: автореф. дисс.. канд. техн. наук: 05. 04. 02. - М., 1969, 20с.

6. Определение аэродинамических параметров опытного вентилятора 2ЭД145. Отчет ЗИЛД ВТЗ. Арх. № - 03/3391.- Владимир, 1978, 7с.

7. Поспелов Д.Р. Двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. - М.: Машиностроение, 1971, 566 с.

8. Эфрос В.В., Ерохин Н.Г., Кульчицкий Р.И. и др. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода. - М.: Машиностроение, 1976, 277 с.

#### ТАШАККУЛЁБИИ ШАРОИТИ САРҲАДИИ НАМУДИ 4-М ДАР МДС-и БО ҲАВО САРДШАВАНДА

*А.А. Саибов, А.М. Умирзоқов,  
М.А. Абдуллоев*

Дар мақола баъзе натиҷаҳои тадқиқоти назариявии системаи сардкунандаи дизелҳои 4С10.5/12 пешниҳод гаштааст, ки иҷрои шароити сарҳадии намуди 4-ро, ки мубодилаи маҷбурии конвективии гармиивазкунии сатҳи ҷисмиро бо ҳавои сардкунанда дар бар мегирад, таъмин менамояд.

**Калимаҳои калиди:** дизел, сардкунӣ бо ҳаво, шартҳои ҳудудӣ, гармигузаронӣ, гармиивазкунӣ, ҳарорати муҳити атроф, ҳарорати газҳои коркардшуда, майдони ҳароратӣ, гармидиҳӣ.

#### FORMALIZATION OF A BOUNDARY CONDITION THE FOURTH SORT IN DVS WITH AIR COOLING

*A.A. Saibov, A.M. Umirzokov, M.A. Abdulloyev*

In work some results of theoretical researches of the cooling system of diesels 4ch10.5/12 providing performance of a boundary condition of the fourth sort characterizing compulsory convective heat exchange of a surface of a body with environment (air) are presented.

**Key words:** the diesel, air cooling, boundary conditions, a heat transfer, heat exchange, environment temperature, temperature of the fulfilled gases, the temperature field, a thermolysis.

#### СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСПОРТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ МИГРАЦИОННОЙ СВЯЗНОСТИ ПРОСТРАНСТВА ТАДЖИКИСТАН – РОССИЯ

*А.К. Шералиев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье анализируется развитие потенциала авиакомпании для обеспечения высоких качеств выполнения авиарейсов на высоком техническом и организационном уровне в соответствии с международными стандартными перевозками пассажиров.*

**Ключевые слова:** развитие авиакомпании, каркас социально-экономических систем, благосостояние жизни населения, объект процесса развития и субъект процесса развития.

Анализируя пространственный каркас социально-экономических систем, некоторые ученые предлагают системный подход к их развитию, который совершенствует следующий алгоритм разработки стратегии развития инфраструктуры авиационной транспортной системы (АТС):

-организация и установление субъектов и определение конкретного объекта процесса развития инфраструктуры (АТС);

-управление эффективности процесса развития инфраструктуры АТС с целью удовлетворения основных потребностей и согласования интересов субъектов процесса развития;

-разработка структуры инструментов, позволяющих достичь указанные цели на основе использования имеющихся ресурсов и факторов развития хозяйственного процесса.

Реализация данного системного подхода предполагает определение факторов, взаимосвязь которых обуславливает конкретную стратегическую ориентацию развития данной пространственной системы. Автор указанной статьи выделяет факторы в зависимости от принадлежности их к одному из двух альтернативных векторов, определяющих направления социально-экономических взаимоотношений на макро региональном пространстве (каким является пространство Республики Таджикистан и Российской Федерации).

Следует сказать, что подобный подход к разработке стратегий развития пространственной системы представляется максимально обобщенным, недетализированным, не дающим конкретных практических результатов.

По мнению автора, при формировании стратегий рационального развития региональной транспортной системы необходимо уточнить следующие группы факторов, определяющие ее функционирование и развитие как структурной части, и процессы экономического развития пространства, и отрасли АТС:

1) состояние, тенденции развития процесса коммерческой эксплуатации и пространственных социально-экономических систем, на территории которых функционирует ВТ. Данная группа факторов находит свое отражение в материально-техническом обеспечении в силу своих географических, пространственных особенностей, может затрагивать территории не одного, а нескольких субъектов в пространстве Таджикистан – Россия. Уровень развития инфраструктуры авиационной транспортной системы требует разработки новых и модернизации старых транспортных магистралей (маршрутов полета) и узлов (аэропортов), т. е. создание целевых ориентиров развития воздушного транспорта;

2) экономическая структура пространственной инфраструктуры региона, а именно при наличии формирования территориальных авиаперевозочных кластеров, транспортных узлов (хапов), размещенных по территории крупных городов, особых экономических зон, положению региона относительно границ\*. Структура пространственной взаимосвязи определяет основные направления развития и модернизации

транспортной связности (например, формирование авиакластеров обуславливает необходимость развития транспортных связей внутри кластера; крупные города определяют необходимость развития пассажирского транспорта внутри авиакластера и т. д.)<sup>1</sup>.

Таким образом, материально-техническая база воздушного транспорта является важной предпосылкой для обеспечения пространственной связности территорий, обеспечивая их необходимой структурой парка воздушных судов дальнего и среднего расстояния полетов. Для этих целей отрасль воздушного транспорта Республики Таджикистан располагает различными организационно-правовыми формами предприятий: авиакомпаниями «Таджик Эйр», «Сомон Эйр», организацией системы «Таджик аэронавигация», аэропортами международного и местного значения, аэродромами, компаниями по продаже перевозок, по обеспечению бортового питания, топливозаправочными и ремонтно-техническими подразделениями, службами организации движения воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.

Следует сказать, что вопросы управления отрасли воздушного транспорта отнесены к компетенции подконтрольных ведомств Агентства по управлению гражданской авиации при Президенте Республики Таджикистан (АУГАПРТ). Распределение их полномочий носит объективный характер. В частности в компетенцию АУГАПРТ входит реализация государственной авиационной политики, направленной на удовлетворение спроса населения и потребностей экономики в авиационных перевозках и других видах услуг, а также создание условий для обеспечения БП. Агентство по управлению отраслью гражданской авиации осуществляет контроль над соблюдением нормативных правовых актов области транспорта и управляет его деятельностью, например, выдает разрешение и переоформляет лицензии для осуществления деятельности на воздушном транспорте\*.

Развитие отрасли гражданской авиации Республики Таджикистан тесно связано с обеспечением инфраструктуры авиационной транспортной системы.

В настоящее время парк воздушных судов авиакомпании «Таджик Эйр» существенно обновлен за счет новых самолетов зарубежного производства, которые выполняют рейсы на средние и дальние расстояния\*.

<sup>1</sup> Тархов С.А. Изменение связности пространства России (на примере авиапассажирского сообщения).- М.-Смоленск: Ойкумена, 2015.- 154 с.



Авиакомпания «Таджик Эйр» намерена стать членом Международной ассоциации воздушного транспорта (АТА), имеет сертификат IOSA к системе взаиморасчетов BSP.

Как следует из данных таблицы 1, компания располагает воздушными судами авиакомпании «Боинг», по большей части новыми, непосредственно с завода-изготовителя. Существенное пополнение авиапарка произошло в 2011 году, когда компания сразу получила четыре самолета.

Авиакомпания «Сомон Эйр» за 2016 год совершила 1612 авиалетов по городам Российской Федерации, что в 5 раз больше, чем авиакомпания «Таджик Эйр»\*.

Развитие потенциала авиакомпании позволяет обеспечить высокие качества выполнения авиарейсов на высоком техническом и организационном уровне в соответствии с международными стандартами перевозок пассажиров.

Источник: \*дополнено автором.

Таблица 1.

Состояние парка гражданских воздушных судов авиакомпаний «Таджик-Эйр» и «Сомон-Эйр» на 2016 г.

| Авиакомпания | Тип самолета | Регистрационный номер | Год выпуска | Дата поставки |
|--------------|--------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Таджик Эйр   | B757-2Q8     | EY- 751               | 1992        | 10.11.2008    |
| Таджик Эйр   | B737-522     | LY-AWG                | 1993        | 01.10.2009    |
| Таджик Эйр   | B737-522     | LY-AWG                | 1993        | 30.10.2009    |
| Таджик Эйр   | B737-3L9     | EY-444                | 1992        | 01.12.2011    |
| Таджик Эйр   | Ty-154M      | EY-85692              | 1990        | 1991          |
| Таджик Эйр   | Ty-154M      | EY-85717              | 1991        | 1992          |
| Таджик Эйр   | MA-60        | EY-201                | 2011        | 23.12.2011    |
| Таджик Эйр   | Ан-24РВ      | EY-46602              | 1973        | 1973          |
| Таджик Эйр   | Ан-26Б-100   | EY-26205              | 1985        | 1985          |
| Таджик Эйр   | Як-40        | EY-87214              | 1976        | 1977          |
| Таджик Эйр   | Ан-28        | EY-28736              | 1990        | 1990          |
| Таджик Эйр   | Ан-28        | EY-28921              | 1990        | 1990          |
| Сомон Эйр    | B737-8GJ     | EY-787                | 2008        | 28.10.2008    |
| Сомон Эйр    | B737-8GJ     | EY-777                | 2008        | 22.03.2009    |
| Сомон Эйр    | B737-3Y5     | EY-555                | 1993        | 29.04.2011    |
| Сомон Эйр    | B737-3K2     | EY-545                | 1989        | 15.08.2011    |
| Сомон Эйр    | B737-93YER   | P4-TAJ                | 2011        | 27.09.2011    |
| Сомон Эйр    | B737-93 YER  | P4-SOM                | 2011        | 21.11.2011    |
| Всего        | 18           |                       |             |               |

Источник: Составлено автором.

Таким образом, анализ состояния парка воздушных судов, планы и перспективы развития авиакомпаний отрасли показывают, что потенциал воздушного транспорта республики является довольно существенной предпосылкой для организации освоения авиাপассажи́рских связей в пространстве между городами Таджикистана и России.

#### Литература:

1. Тархов, С. А. Изменение связанности пространства России (на примере авиাপассажи́рского сообщения) / С.А. Тархов.- М.-Смоленск: Ойкумена, 2015.- 154 с.

2. Тархов С.А. Особенности современной географии транспорта // Динамика территориальных систем производства и населения в странах разных типов.-М.: ИГ АН СССР, 1986.- С. 79-100.

3. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. – Смоленск.- М.: Универсум, 2005. – 382 с.

4. Проблемы трудовой миграции из Таджикистана в Россию / Н.Н.Нуралиев. Москва, 2005. -126 с.

#### ҲОЛАТ ВА ДУРНАМОИ ТАЪМИНИ НАҚЛИЁТИИ МИНТАҚАВЌ ДАР МУНОСИБАТҲОИ МУҲОЦИРАТИИ ҶАЗОИ ТОҶИКИСТОНУ РОССИЯ

*А.К. Шералиев*

Дар мақолаи мазкур потенциали ширкатҳои авиатионӣ барои таъмини босифати парвоз дар сатҳи баланди техники ва ташкилӣ мутобиқи стандарти мусофирбарӣ таҳлил карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** рушди авиаширкатҳо, системаҳои иҷтимоӣ ва иқтисодӣ, неқӯаҳволии мардум, объекти раванди рушд, субъекти раванди рушд.

**THE STATE AND PROSPECTS OF  
TRANSPORT SECURITY OF THE  
TERRITORIAL MIGRATION  
CONNECTIVITY OF THE TAJIKISTAN-  
RUSSIA SPEACE**

*A.K. Sheraliev*

The article analyzes the development of the airline's potential to ensure high quality flight performance at a high technical and organizational level in accordance with international standard passenger traffic.

**Key words:** airline development, framework social and economic systems, welfare of life of the population, the object of the development process and the subject of the development process.

**Сведения об авторе:**

Шералиев Абдутолиб Косимджонович – ст. преп. кафедры “Техническая эксплуатация воздушного транспорта”, область научных интересов – эксплуатация воздушных судов. Конт. инф.: телефон – 935677933.

**УДК: 656.13 (575.3)**

**ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛА  
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ**

*А.С. Фохаков, Р.К. Раджабов, А.А. Сайдалиев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова*

*В статье рассматриваются теоретические аспекты, влияние основных факторов на конкурентоспособность потенциала транспортно-технологических систем горных регионов. Выявлена важность оценки факторов при оценке систем оказания транспортных услуг пассажирского автомобильного транспорта, важность исследования проблемы развития транспортных систем населения горного региона. Это зависит от решения следующих задач: от уровня систем транспортной обеспеченности и актуальности перевозочных процессов, совершенств схемы размещения ПАТП, транспортно-технологической структуры и эффективного использования транспортных потенциалов предприятия в горных регионах.*

**Ключевые слова:** *автомобильный транспорт, эффективность работы, транспортное обслуживание, транспортно-технологическая система обслуживания, горные регионы, пассажирский транспорт, развитие системы, транспортный комплекс, факторный анализ.*

Эффективность организации транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона (ТТСОНГР) пассажирскими транспортными предприятиями показывает, что важным условием является выявление комплексных факторов потребности населения в поездках, а также организация дорожного движения (ОДД) подвижного состава, решение оптимизационной задачи на маршрутах.

Анализ научно-технической литературы показывает, что следует понимать под потребностью нужды социальных объектов

(группы населения, а также их классы) в социальных благах, выраженных в форме фактического потребления.

Выявлено, что под воздействием множества факторов описывается набор различных критерий, формируется потребность населения горного региона в поездках. Учитывая мнение авторов,<sup>2</sup> к этим критериям потребности населения горного региона можно отнести:

ПНГР – всего потребность населения горного региона (общественная);

ППГР - потенциальная потребность спроса различных категорий жителей горного региона;

ПСГР - спрос на пассажирские перевозки в горном регионе;

ПРГР - реализованный спрос населения горного региона.

Факторы, формирующие потребность населения горного региона в поездках, можно обозначить через  $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$  и получаем следующие зависимости:

$$\left. \begin{aligned} \text{ПНГР} &= f(X) + \Delta 1 \\ \text{ППГР} &= f(X) + \Delta 2 \\ \text{ПСГР} &= f(X) + \Delta 3 \\ \text{ПРГР} &= f(X) + \Delta 4 \end{aligned} \right\} (1)$$

<sup>2</sup>Артюхов В.Г. Совершенствование пассажирских автомобильных перевозок в сельской местности исходя из социально-экономических потребностей села/ В.Г. Артюхов-М.,1987- 40с.; Сангинов О.К. Пассажирский автомобильный транспорт и социально- экономическое развитие горных регионов/ О.К. Сангинов. - Душанбе: Ирфон, 1999. - 70 с.; Ходжаев П.Д., Сангинов О.К. Исследование основных факторов, характеризующих уровень спроса населения в услугах пассажирского транспорта/ П.Д. Ходжаев, О.К. Сангинов. // Труды ТУТ. №9. 2003. - с.68-76.

где

$\Delta 1$  — характеризует роль государства в сельскохозяйственном развитии горного региона, а также в развитии перспективного, структурного состава населения и возможности республики в развитии транспортно-технологической системы обслуживания в горном регионе;

$\Delta 2$  — может характеризовать разные категории, различные потребности населения горного региона;

$\Delta 3$  — может характеризовать спрос населения горного региона и его специфические особенности;

$\Delta 4$  — может характеризовать изменения фактического выполнения объемов перевозок и расчетного спроса. Связано это в основном с неразвитостью транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона (ТТСОНГР) пассажирскими транспортными предприятиями. Именно поэтому предлагаемый спрос не может вполне реализоваться.

Анализ и учет данных может характеризовать горные регионы для определения потребности населения в пассажирских перевозках. Важно учитывать информацию о реализованном спросе, целесообразно учитывать данные о фактических передвижениях населения горного региона.

Сельскохозяйственное производство является основой сельского населения в поездках, а также развитии и размещении объектов транспортно-технологической системы обслуживания, расселения. Совершает поездку сельский житель по определённой схеме.

Потребность населения в поездках в конкретном периоде социально-исторического условия характеризуется уровнем развития общественного производства, техники и технологии, социального расселения, информационного обеспечения, связи и коммуникации, а также бюджетом свободного времени, культурно-бытовыми и общественными запросами жителей, то есть уровнем социально-экономического развития горного региона.

Уровень социально-экономического развития горных регионов складывается из этнических, социальных, экономических, демографических факторов и т.д. Важным является научно обосновать эти факторы и анализировать их взаимосвязи.

Анализ проведенных научных работ [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] по теме исследования транспортно-технологической системы об-

служивания населения горного региона на потребность населения в оказании услуг пассажирского автомобильного транспорта рассматривается в отраслевом аспекте, или по видам поездок (бытовых, культурных, трудовых и т.д.). Но недостаточно анализированы эти факторы, определяющие уровень и индикатор развития горного региона, в том числе районов и областей, развитие ТТСОНГР, природно-климатические горные условия, плотность сельских поселений в горном регионе, культуру и качество транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона и др.

Необходимо отметить, что транспортно-технологическая система обслуживания населения горного региона нами рассматривается как основная составляющая социальных и производственных структур областей и районов. Придерживаясь мнения авторов работ<sup>3</sup>, на основе большого фактического материала мы выявляем следующие основные факторы, характеризующие уровень спроса в услугах ПАТС населения горного региона:

-экономические - условия труда, реальные доходы, доходы от подсобных хозяйств, заработная плата и т.д.;

-производственные – сельскохозяйственные производства и их размещение, формирование и развитие промышленных предприятий в сельских горных территориях;

-социальные и демографические – существующая структура населения горного региона, ее половозрастной и профессиональный состав, уровень образованных и культурных, число занятого населения, плотность и численность населения, уровень урбанизации сельского хозяйства в горном регионе;

-культурно-бытовые - культура, уровень образования, здравоохранения, спорт и физическая культура, торговля, бытовое обслуживание, средства связи в горном регионе, центры джамоатов, поселки городского типа, жилищные условия в горных насе-

<sup>3</sup>Будрина Е.В. Проблемы формирования и управления развитием региональным рынком транспортных услуг // Е.В. Будрина. – СПб.: СПбГИЭУ, 2002. -321с.; Леонтьев Р.Г. Формирование единой региональной транспортной системы // Р.Г. Леонтьев. - М.: Наука, 1987. - 152с.; Раджабов Р.К., Хабибуллоев Х.Х., Ашуров К.Р. Формирования системы обеспечения устойчивого развития предпринимательской деятельности в сфере транспортных услуг: проблемы и региональные аспекты. Монография // под ред. д.э.н., с.н.с. Рауфи А. - Душанбе: «Ирфон», 2011. – 204с.; Сангинов О.К. Пассажирский автомобильный транспорт и социально-экономическое развитие горных регионов // О.К. Сангинов. – Душанбе: Ирфон, 1999. - 70с.; Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов // О.К. Сангинов. - Душанбе: Ирфон, 2002. – 135с.;

ленных пунктах и в центрах тяготения горного региона.

Факторами, влияющими и характеризующими цель поездки, являются: уровень развития обслуживающих структур в горных территориальных поселениях, обеспеченность населения горного региона предметами культурными и бытовыми, длительного пользования, периодичность обслуживания, наличие организаций по продажам и предоставление услуг и т.д.

Влияющие факторы, определяющие цель совершения поездки - развитие транспорта ведомственного и общего пользования, обеспеченность населения горного региона средствами индивидуального перемещения, расстояния центров тяготения, маршрутные сети, обеспечение логистической системы населения горного региона продовольственными и непродовольственными товарами, среда географического обитания, а также уровень свободного времени [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Факторы, характеризующие изменение сельскохозяйственного производства – уровень кооперации, концентрация сельскохозяйственного производства, а также уровень их специализации.

Другие факторы, характеризующие сложившиеся исторические условия, культура и быт (традиции и обычаи т.д.) населения горного региона, зональность, природа, а также климатические условия и т.д.

В совокупности можно сформулировать предварительный вывод о том, что ТТСОНГР характеризуется многочисленными факторами. Особенно важным, интересным этапом при совершенствовании ТТСОНГР является выбор факторов. Анализ научных работ<sup>4</sup> по рассматриваемой проблеме показывает, что при определении существенных факторов формирования потребного населения горного региона в поездках возникают многочисленные трудности. Многие исследователи отбирают факторы, основываясь на свой опыт и представления, о механизме рассматриваемого транспортно-технологического процесса в горном регионе. Часто исследователи для решения проблемы используют методы количественного анализа и статистических показателей. Для характеристики тесноты связи между факторами

<sup>4</sup>Сангинов О.К. Пассажирский автомобильный транспорт и социально-экономическое развитие горных регионов // О.К. Сангинов. – Душанбе: Ирфон, 1999. - 70 с.; Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов // О.К. Сангинов. - Душанбе: Ирфон, 2002. – 135 с.

используют парные и частные коэффициенты корреляции, корреляционное отношение, коэффициент множественных корреляций, и др., которые на этих основаниях выбирают многочисленные факторы.

На наш взгляд, достаточно эффективным методом отбора является метод экспертной оценки, который успешно использовался различными авторами при конкретных исследованиях<sup>5</sup>. Именно поэтому нами был использован при выборе факторов метод экспертной оценки для формирования потребности жителей горных регионов в предоставлении услуг пассажирского автомобильного транспорта.

Следует отметить, что при анализе и обработке полученных данных [3,4,5,6,7,8,9, 10, 11] было выявлено - 27 наиболее влияющих важных фактора (таблица 1), которые можно измерять с помощью 44 показателей (таблица 2).

Аргументируя полученную систему региональных факторов [3,4,5,6,7,8,9,10,11], формирующих потребности населения горных регионов в поездках, их можно условно разделить на следующие группы факторов:

F1, F14 – имеет экономический характер;

F2, F10, F18, F21 – имеет производственный характер;

F6, F9, F12, F13, F15, F20, F22 – имеет социальный и демографический характер;

F3, F4, F8 – имеет культурный и бытовой характер;

F5, F11, F13, F17, F24 – характеризует целесообразность поездки;

F7, F19, F25 - характеризует возможность поездок;

F23, F26, F27 - прочие факторы.

Необходимо отметить, что имеется непосредственная и косвенная взаимосвязь между определёнными факторами и системой показателей, формирующая потребность транспортно-технологической системы обслуживания населения горных регионов в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом.

<sup>5</sup> Раджабов Р.К. Проблемы формирования и развития транспортной инфраструктуры/ Р.К. Раджабов.- Душанбе: Ирфон, 1999. - 187 с.; Раджабов Р.К., Рауфи А., Азизов Ф.Х. Исследование спроса и предложения на рынке транспортных услуг/ Р.К. Раджабов, А. Рауфи, Ф.Х. Азизов. // Вестник Таджикского национального университета. Серия экономических наук.-Душанбе: «Сино», 2014, № 2/4 (138).- С.52-56; Сангинов О.К. Формирование и развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта горных регионов. Дисс...докт.экон.наук.- Душанбе, 2003.-330с.

Таблица 1.

Система региональных факторов, формирующих потребность населения горного региона в поездках

| Место фактора в ранжированном ряду | Наименование факторов  | Условное обозначение |
|------------------------------------|--|----------------------|
| 1                                  | Уровень реального дохода жителя горного региона  | F <sub>1</sub>       |
| 2                                  | Уровень развития сельскохозяйственного производства в горном регионе   | F <sub>2</sub>       |
| 3                                  | Уровень развития бытового обслуживания в горном регионе  | F <sub>3</sub>       |
| 4                                  | Уровень развития общественного питания и торговли в горном регионе   | F <sub>4</sub>       |
| 5                                  | Уровень развития системы обслуживания связи в горном регионе   | F <sub>5</sub>       |
| 6                                  | Уровень развития системы обслуживания здравоохранения в горном регионе                                       | F <sub>6</sub>       |
| 7                                  | Уровень развития дорожно-транспортной сети в горном регионе  | F <sub>7</sub>       |
| 8                                  | Уровень развития культуры в горном регионе   | F <sub>8</sub>       |
| 9                                  | Уровень развития системы образования в горном регионе  | F <sub>9</sub>       |
| 10                                 | Развитие промышленного производства в горном регионе   | F <sub>10</sub>      |
| 11                                 | Система расселения в горном регионе  | F <sub>11</sub>      |
| 12                                 | Миграция населения в горном регионе  | F <sub>12</sub>      |
| 13                                 | Половозрастная и профессиональная структура населения в горном регионе                                       | F <sub>13</sub>      |
| 14                                 | Уровень развития личного подсобного хозяйства в горном регионе   | F <sub>14</sub>      |
| 15                                 | Уровень развития ведомственного транспорта в горном регионе  | F <sub>15</sub>      |
| 16                                 | Обеспеченность населения горного региона средствами индивидуального перемещения (мотоцикл, автомобиль и др.) | F <sub>16</sub>      |
| 17                                 | Обеспеченность населения горного региона предметами культурно-бытового назначения                            | F <sub>17</sub>      |
| 18                                 | Фактор, характеризующий перестройку сельскохозяйственного производства в горном регионе                      | F <sub>18</sub>      |
| 19                                 | Количество свободного времени у населения в горном регионе   | F <sub>19</sub>      |
| 20                                 | Образовательный уровень населения в горном регионе   | F <sub>20</sub>      |
| 21                                 | Улучшение условий труда фермерского хозяйства в горном регионе   | F <sub>21</sub>      |
| 22                                 | Уровень занятости фермерских хозяйств в горном регионе   | F <sub>22</sub>      |
| 23                                 | Степень урбанизации горного региона  | F <sub>23</sub>      |
| 24                                 | Периодичность обслуживания заготовительной конторой в горном регионе   | F <sub>24</sub>      |
| 25                                 | Природно-климатические условия (зональность) в горном регионе  | F <sub>25</sub>      |
| 26                                 | Фактор, характеризующий сложившиеся категории условия быта и культуры (обычаи, традиции и т.д.)              | F <sub>26</sub>      |
| 27                                 | Уровень доступности центров тяготения (центр джамоата, районный центр, областной центр)                      | F <sub>27</sub>      |

**Источник:** на основе анализа научно-технической литературы выбрано и предложено автором.

Таблица 2.

Показатели региональных факторов, влияющих на спрос транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона в поездках

| Условные обозначения | Показатели   | Единица измерения |
|----------------------|--|-------------------|
| X <sub>1</sub>       | Среднемесячная заработная плата работника населения горного региона                                | сомони            |
| X <sub>2</sub>       | Доля сельского населения в горном регионе  | %                 |
| X <sub>3</sub>       | Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в горном регионе                                  | тыс.сомони        |
| X <sub>4</sub>       | Объем бытовых услуг на душу населения горного региона  | сомони            |
| X <sub>5</sub>       | Количество предприятий быта на один населенный пункт в горном регионе                              | ед.               |
| X <sub>6</sub>       | Количество предприятий розничной торговли на один населенный пункт в горном регионе                | ед.               |
| X <sub>7</sub>       | Количество автолавок и палаток в райцентре горного региона   | ед.               |
| X <sub>8</sub>       | Объем товарооборота на душу населения в горном регионе   | сомони            |
| X <sub>9</sub>       | Количество отделений связи на один населенный пункт в горном регионе                               | ед.               |
| X <sub>10</sub>      | Объем продукции связи на душу населения горного региона  | сомони            |
| X <sub>11</sub>      | Число врачей на один населенный пункт в горном регионе   | чел.              |
| X <sub>12</sub>      | Среднее количество посещения амбулаторно-поликлинических учреждений одним жителем в горном регионе | ед.               |

|                 |  |                         |
|-----------------|--|-------------------------|
| X <sub>13</sub> | Среднее количество больничных коек на 1000 жителей в горном регионе  | ед.                     |
| X <sub>14</sub> | Плотность транспортно-технологической сети автомобильных дорог в горном регионе                                  | км/кв <sup>2</sup>      |
| X <sub>15</sub> | Среднее количество культурных учреждений на один населенный пункт в горном регионе                               | ед.                     |
| X <sub>16</sub> | Среднее количество участников художественной самодеятельности одного клуба в горном регионе                      | ед.                     |
| X <sub>17</sub> | Среднее количество книг одной библиотеки в горном регионе  | тыс. экз                |
| X <sub>18</sub> | Количество общеобразовательных школ (лицеев) на один населенный пункт в горном регионе                           | ед.                     |
| X <sub>19</sub> | Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе  | чел.                    |
| X <sub>20</sub> | Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе                           | чел.                    |
| X <sub>21</sub> | Среднее количество детей на одно дошкольное учреждение в горном регионе  | чел.                    |
| X <sub>22</sub> | Количество дошкольных учреждений (садики) на один населенный пункт в горном регионе                              | ед.                     |
| X <sub>23</sub> | Количество промышленных предприятий и объединений на один центр тяготения в горном регионе                       | ед.                     |
| X <sub>24</sub> | Плотность размещения населенных пунктов в горном регионе   | ед./тыс.кв <sup>2</sup> |
| X <sub>25</sub> | Плотность центра тяготения в горном регионе  | ед./тыс.кв <sup>2</sup> |
| X <sub>26</sub> | Средний размер населенных пунктов в горном регионе   | чел.                    |
| X <sub>27</sub> | Удельный вес жителей старше трудоспособного возраста в горном регионе  | %                       |
| X <sub>28</sub> | Удельный вес инженерно-технических работников в общем количестве работников сельского хозяйства в горном регионе | %                       |
| X <sub>29</sub> | Средний размер приусадебного участка одного жителя в горном регионе  | га                      |
| X <sub>30</sub> | Удельный вес ведомственного транспорта в горном регионе  | %                       |
| X <sub>31</sub> | Количество транспорта индивидуального пользования на тысячу жителей в горном регионе                             | ед.                     |
| X <sub>32</sub> | Число прибывших жителей в населенный пункт горного региона   | тыс. чел.               |
| X <sub>33</sub> | Число выбывших жителей из населенного пункта горного региона   | тыс. чел.               |
| X <sub>34</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от центра джамоата в горном регионе          | ед.                     |
| X <sub>35</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от центра джамоата в горном регионе          | ед.                     |
| X <sub>36</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамоата в горном регионе         | ед.                     |
| X <sub>37</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 50 км от центра джамоата в горном регионе      | ед.                     |
| X <sub>38</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от райцентра в горном регионе                | ед.                     |
| X <sub>39</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от райцентра в горном регионе                | ед.                     |
| X <sub>40</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от райцентра в горном регионе               | ед.                     |
| X <sub>41</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 51-100 км от райцентра в горном регионе              | ед.                     |
| X <sub>42</sub> | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 100 км от райцентра в горном регионе           | ед.                     |
| X <sub>43</sub> | Расположение и количество райцентров, на расстоянии до 100 км от областного центра в горном регионе              | ед.                     |
| X <sub>44</sub> | Расположение и количество райцентров, на расстоянии более 100 км от областного центра в горном регионе           | ед.                     |

**Источник:** на основе анализа научно-технической литературы выбрано и предложено автором.

Аргументируя сказанное, можно перейти к рассмотрению полученных региональных факторов, формирующих потребность населения горных регионов в поездках [3,4,5,6,7,8,9,10,11].

Уровень реального дохода жителя населения горного региона - F1. Результат

исследования показал, что F1 является самым важным фактором, формирующим потребность населения горных регионов в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом (таблица 1). Причина заключается в том, что потребность населения горных регионов в оказании услуг, прежде всего,

характеризуется жизненным уровнем, дающим возможность приобретения им различных продовольственных и непродовольственных товаров, посещением культурных, а также бытовых учреждений, спортивных мероприятий и т.д. FI может охарактеризовать возможности жителя населения горного региона, оплатить услуги, в том числе и пассажирские.

Необходимо отметить, что по рассматриваемому фактору на уровне района не ведется учет, для его измерения выбрана нами среднемесячная заработная плата работников населения горных регионов -  $X_1$  (таблица 2), косвенно можно измерять его объемом товарооборота на душу населения -  $X_3$ .

Расчетная потребность населения на учет влияния одного фактора не адекватно природе оказания услуг пассажирского автомобильного транспорта в населенных пунктах горных регионов.

Немаловажным фактором, формирующим потребность населения горных регионов в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом, является уровень развития сельскохозяйственных производств в горных регионах -  $F_2$ .

Данным фактором измеряется удельный вес населения горного региона -  $X_2$  и среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ .

Увеличение объема сельскохозяйственного производства способствует увеличению ВВП хозяйства, решает вопрос занятости населения в производстве, уменьшает количество мигрантов, увеличивает число рабочих дней, уменьшает время для поездки, а повышение удельного веса населения горных регионов, его подвижность приводит к снижению.

Рост фактора  $F_2$  может привлечь к снижению подвижности населения горных регионов. При комплексной оценке потребностей населения горных регионов в пассажирских перевозках следует учесть важность факторов в поездках, которая формирует потребность в передвижении, образе жизни населения горного региона и его изменении.

Другой немаловажной причиной совершения поездок может быть высокий уровень качества услуг в местах поездки по сравнению с местом жительства, эти факторы должны показать эту разницу<sup>6</sup>.

Другим фактором при формировании потребности населения горных регионов в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом принимаем уровень развития сфер обслуживания. В настоящее время в горных регионах хорошо развивается ЖКХ, общественное питание, торговля, бытовое обслуживание, здравоохранение, связь, а также горный туризм и прочие.

Именно поэтому в научно-исследовательской работе, наряду с количественными показателями, значительное внимание уделяется качественным показателям транспортно-технологических систем обслуживания населения горного региона.

Фактор  $F_3$  оценивается не только в количестве бытовых предприятий, приходящихся на один населенный пункт -  $X_3$ , но и «объемом бытовых услуг на душу населения горного региона»<sup>7</sup> -  $X_4$ .

Уровень развития общественного питания и торговли в горных регионах -  $F_4$  оценивается количеством предприятий розничной торговли и общественного питания на один населенный пункт горных регионов -  $X_6$ , количеством автомобильных лавок и палаток в райцентре -  $X_7$ , объемом товарооборота на душу населения -  $X_8$ .

Уровень развития системы обслуживания связи в горных регионах -  $F_5$ , оценивается количеством отделения связи на один населенный пункт в горных регионах -  $X_9$ , в том числе и объемом продукции связи на душу населения горных регионов -  $X_{10}$ .

$F_6$ -уровень развития системы обслуживания здравоохранения в горных регионах оценивается средним количеством больничного места в сельской местности на тыс. в горных регионах -  $X_{13}$ , средним количеством посещения амбулаторных и поликлинических учреждений одним жителем в горных регионах -  $X_{12}$ , а также количеством врачей на один населенный пункт в горных регионах -  $X_{11}$ .

Уровень развития культуры в горных регионах -  $F_8$  можно измерить средним количеством культурного учреждения на один населенный пункт в горных регионах -  $X_{15}$ , средним количеством участников художественной самодеятельности одного клуба в горных регионах -  $X_{16}$ , в том числе

Будрина-СПб.: СПбГИЭУ, 2002. -321с.; Леонтьев Р.Г. Формирование единой региональной транспортной системы/ Р.Г. Леонтьев. - М.: Наука, 1987.-152с.; Парахонский Б.М., Саболин В.А. Распределение пассажирских перевозок по видам транспорта и их районирование/Б.М. Парахонский, В.А. Саболин. - М.: Транспорт, 1989-128 с.

<sup>6</sup>Будрина Е.В. Проблемы формирования и управления развитием региональным рынком транспортных услуг// Е.В.

средним количеством книг в одной библиотеке в горных регионах -  $X_{17}$ .

Уровень развития системы образования в горных регионах -  $F_9$ , оценивается показателями: количество общеобразовательных школ (лицеев) на один населенный пункт в горных регионах -  $X_{18}$ , количество дошкольных учреждений (садииков) на один населенный пункт в горных регионах -  $X_{22}$ , среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горных регионах -  $X_{19}$ , количество обучающихся в средне-специальном учебном заведении (СПТУ) в горных регионах -  $X_{20}$  и среднее количество детей на одно дошкольное учреждение в горных регионах -  $X_{21}$ .

Необходимо отметить, что развитие сферы обслуживания в горной местности должно привести к уменьшению потребностей населения в пассажирских транспортных услугах в горных регионах.

Строительство, реконструкция, благоустройство горных автомобильных дорог, а также ликвидация бездорожья считаются важнейшим фактором, который можно характеризовать через показатель, характеризующий уровень развития дорожных и транспортных сетей в горных регионах -  $F_7$ , в том числе можно измерять плотность транспортно-технологической сети автомобильных дорог в горных регионах -  $X_{14}$ .

Анализ экспертных оценок выявил, что системообразующим фактором названо развитие промышленных производств в горных регионах -  $F_{10}$ , которое можно измерить количеством промышленных предприятий (объединений) на один центр тяготения в горных регионах -  $X_{23}$ .

Влияние фактора -  $F_{10}$  на потребность в поездке является бесспорным. Развитие данного фактора может привести к повышению подвижности населения горных регионов, способствовать появлению новых организаций и предприятий, также может стать положительным фактором и причиной тяготения рабочих из населения. Увеличение данного фактора также может привести к уменьшению потребностей в поездке, приближению промпредприятий (объединений) к трудовым ресурсам (потенциалам). Таким образом, характерное влияние фактора  $F_{10}$  на формирование потребностей населения горных регионов в поездке важно рассмотреть в каждом конкретном случае.

Другим фактором системы расселения в горном регионе -  $F_{11}$  является формирующий фактор потребностей населения горных

регионов в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом. Данный показатель измеряем плотностью размещения населенных пунктов в горных регионах -  $X_{24}$ , плотностью центров тяготения -  $X_{25}$ , а также средним размером населенного пункта в горных регионах -  $X_{26}$ . Необходимо важно подчеркнуть, что увеличение указанных показателей может способствовать улучшению культурного, бытового обслуживания в горной местности, обеспечению населения горных регионов необходимыми средствами жизненной деятельности, следовательно, снижению их потребности в поездке.

Следующим немаловажным фактором, который может характеризовать формирование потребностей населения в горном регионе в поездке, является его миграция -  $F_{12}$ . Оценивается через  $X_{32}$  - число прибывших жителей в населенный пункт горных регионов и  $X_{33}$  - число выбывших жителей из населенных пунктов горных регионов.

Следующим основным фактором, характеризующим формирование потребностей сельских жителей в поездке, является половозрастная и профессиональная структура населения горного региона -  $F_{13}$ .

Достаточно подробно авторами изучены транспортные и социологические исследования<sup>8</sup>, в которых подвижность сельского населения может резко меняться по достижению им 55-летнего возраста. Следует отметить, что, учитывая данный фактор в качестве важного показателя, был принят нами удельный вес жителей старше трудоспособного возраста в горных регионах -  $X_{27}$ . Также важно подчеркнуть, что он может быть косвенно оценен и показателем фактора -  $F_9$  - уровнем развития системы образования в горном регионе -  $X_{18}$ ,  $X_{19}$ ,  $X_{20}$ ,  $X_{21}$  и  $X_{22}$ .

Особо следует подчеркнуть, что влияние данного фактора на формирование и развитие спроса имеет сложный характер. Уменьшается потребность в поездках по мере увеличения среднего возраста. Важно отметить, что при увеличении удельных весов мужчин в числе населения горных регионов пропорционально может увеличиваться и число поездок с трудовыми целями, а повышение удельного веса женщин способствует пропорционально увеличению количества поездок с культурными и

<sup>8</sup>Артохов В.Г. Совершенствование пассажирских автомобильных перевозок в сельской местности исходя из социально-экономических потребностей села/ В.Г. Артохов.- М.,1987. - 40с.; Сангинов О.К. Пассажирский автомобильный транспорт и социально- экономическое развитие горных регионов/ О.К. Сангинов.- Душанбе: Ирфон, 1999. - 70 с.



бытовыми целями.

Результат проведенного исследования показывает, что в нашей стране удельный вес мужчин и женщин на внутрирайонных пассажирских сообщениях имеет одинаковую долю. Данные факторы заслуживают отдельного внимания и аргументировано раскрывают рассматриваемый фактор -  $F_{12}$ .

Кроме того, на формирование потребности населения горного региона в поездке может оказать немаловажное влияние и половозрастная и профессиональная структура населения горных регионов -  $F_{13}$ . Она может измеряться удельным весом инженерных и технических работников (ИТР) к общему количеству работников сельского хозяйства в горных регионах -  $X_{28}$ . Анализируемый фактор косвенно может также влиять на все показатели, характеризующие уровень развития сферы обслуживания в горных регионах -  $X_4, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{13}, X_{16}, X_{17}$  и  $X_{21}$ , учитывая, что развитие других сфер обслуживания может способствовать формированию, а также развитию соответствующих профессий в горных регионах.

Следует подчеркнуть, что фактор  $F_{13}$  также может косвенно отражать число промышленных предприятий (объединений) на один центр тяготения в горных регионах -  $X_{23}$ , плотность транспортных и технологических сетей автомобильных дорог в горных регионах -  $X_{14}$ , среднегодовой валовой продукт одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ , а также комплекс показателей факторов -  $F_9 - F_{18}, F_{19}, F_{20}, F_{21}$  и  $F_{22}$ .

Данный фактор воздействует на формирование и развитие потребностей жителей горных регионов в поездке. Повышение данного фактора может способствовать росту передвижения населения, чем разнообразнее профессиональные структуры населения горных регионов, тем больше возможностей работать в других отраслях, в том числе и транспортно-технологической системе обслуживания горных регионов, которые расположены в основном в центрах тяготения.

Следующим определяющим фактором является уровень развития личного подсобного хозяйства в горных регионах  $F_{14}$ . Данный фактор измеряется нами средним размером приусадебных участков на одного жителя в горных регионах  $X_{29}$ , удельным весом населения в горных регионах -  $X_2$ . Развитие личных подсобных хозяйств способствует росту потребностей в поездке с целью реализации сельхозпродукции. При

воздействии на этот фактор отпадает необходимость поездок на рынок с целью закупки сельскохозяйственных продуктов.

При формировании и развитии транспортно-технологической системы обслуживания и потребностей населения в оказании транспортных услуг важное место занимает уровень развития ведомственного транспорта в горных регионах -  $F_{15}$ , который можно измерить долей ведомственного транспорта к общему количеству транспортного средства в горных регионах -  $X_{30}$ .

Фактором  $F_{15}$  оценивается среднегодовой валовой продукт одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ , в том числе и числом промышленных предприятий (объединений) на один центр тяготения в горных регионах -  $X_{23}$ . К положительной стороне можно отнести то, что чем больше развиваются предприятия (объединения) отраслей в горных регионах, тем больше вероятность, что они имеют ведомственный транспорт. Данный фактор можно косвенно измерить показателями развития других отраслей в горных регионах, особенно в сфере оказания услуг транспортно-технологической системы обслуживания. Она может привести к уменьшению потребностей населения горных регионов в транспортных услугах общего пользования.

Другим немаловажным фактором является формирующая потребность жителей в поездке, обеспечении населения горного региона средствами индивидуального перемещения (автомобиль, мотоцикл, велосипед, гужевые перевозки и т.д.) -  $F_{16}$ . Его можно измерить количеством транспортного средства личного пользования (мотоцикл, личный автомобиль и др.) на тысячу жителей в горных регионах -  $X_{31}$ . Данный фактор может также косвенно характеризовать и удельным весом населения в горных регионах -  $X_2$ .

Необходимо важно отметить, что фактор  $F_{16}$  способствует увеличению потребностей населения горных регионов в поездке, если рассмотреть с другой стороны, может уменьшить спрос на оказание услуг автомобильного транспорта общего пользования. Особенно важно следует учитывать влияние данного фактора при рассмотрении конкретного случая.

Важным является рассмотрение фактора обеспеченности населения горных регионов предметами культурных и бытовых назначений -  $F_{17}$ , который может косвенно оценить показатель объема товарооборота на душу населения в горных регионах -  $X_8$ .

Увеличение данного фактора может привести к уменьшению потребностей населения в поездках горного региона.

Фактор, характеризующий изменение сельскохозяйственного производства в горных регионах -  $F_{18}$ , который можно исследовать показателями, характеризующими специализацию, кооперацию, а также концентрацию сельскохозяйственного производства горного региона. Измеряют данный фактор на основе показателей среднегодовых валовых продукций одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ , удельных весов инженерно-технических работников к общему количеству работников сельских хозяйств горных регионов -  $X_{28}$ , плотности центров тяготения в горных регионах -  $X_{25}$ , а также количества промышленных предприятий (объединений) на один центр тяготения в горных регионах -  $X_{23}$ .

Считаем необходимым отметить, что оценить влияние данного фактора на процесс формирования и развития потребности населения горного региона в поездках, весьма сложная задача. Во многих случаях влияние одного фактора может уменьшить или наоборот увеличить потребность в поездке - перестройка концентрации сельскохозяйственного производства горного региона даст возможность работнику найти место работы в пределах пешеходных доступностей, в других ситуациях, перестройка не способствует тому, что житель населённых горных регионов находит место работы в пределах своих населенных пунктов.

Количество свободного времени у населения горных регионов -  $F_{19}$  имеет особое значение при формировании потребностей жителей в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом. В некоторых моментах за нехватку статистических данных нет возможности непосредственно измерить данный фактор. Данный фактор -  $F_{19}$  косвенно возможно характеризовать изменением удельных весов жителей старше трудоспособного возраста в горном регионе -  $X_{27}$ , удельным весом сельского населения в горном регионе -  $X_2$ , среднемесячной заработной платой работника населения горного региона -  $X_1$ , а также средним размером приусадебных участков на одного жителя в горных регионах -  $X_{29}$ .

Считаю важным отметить, что свободное время даст возможность жителям горных регионов пользоваться более отдаленным качественным обслуживанием центров, это может способствовать росту

потребностей в услугах транспортно-технологической системы обслуживания.

На формирование потребностей в услугах транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона может существенное влияние оказывать фактор  $F_{20}$  - образовательный уровень населения в горном регионе. Косвенно можно характеризовать его следующими показателями: количество обучающихся в среднем специальном учебном заведении в горных регионах -  $X_{20}$ , удельный вес инженерно-технических работников к общему количеству работников сельских хозяйств в горных регионах -  $X_{28}$ , также среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горных регионах -  $X_{19}$ .

Акцентируя внимание на характер изменения, фактор  $F_{20}$ , по нашему мнению, может совпадать с направлением изменения потребностей жителей в поездках в горных регионах.

Отдельное внимание на формирование потребностей жителей населения горного региона в поездках заслуживает фактор улучшения условий труда фермерских хозяйств в горных регионах -  $F_{21}$ . Для оценки этого фактора можно косвенно использовать следующие показатели: количество промышленных предприятий (объединений) на один центр тяготения в горных регионах -  $X_{23}$ ; среднегодовую валовую продукцию одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ , а также среднемесячную заработную плату работника горного региона -  $X_1$ . Важно отметить, что рассматриваемый фактор способствует уменьшению потребностей в оказании услуг транспортно-технологической системы обслуживания пассажирского автомобильного транспорта в горном регионе.

Необходимо отметить, что уровень занятости фермерским хозяйством в горных регионах -  $F_{22}$  косвенно может быть оценен среднегодовым валовым продуктом одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ , в том числе и долей сельского населения в горных регионах -  $X_2$ . Увеличение данного фактора может способствовать уменьшению потребностей в оказании услуг пассажирским транспортом.

Другим фактором для формирования потребностей в поездках является степень урбанизации горных регионов -  $F_{23}$ . Данный фактор косвенно может отражать плотность центров тяготения в горных регионах -  $X_{25}$ , в том числе и удельный вес сельского населения в горных регионах -  $X_2$ . Изменение

данного фактора не соответствует направлению изменения подвижностей жителей горных регионов.

Периодичность обслуживания заготовительной конторы в горном регионе -  $F_{24}$  косвенно может отражаться средним размером приусадебного участка одного жителя горного региона -  $X_{29}$ , удельным весом населения в горном регионе -  $X_2$ . Увеличение фактора -  $F_{24}$  способствует снижению потребности жителя горного региона в услугах пассажирского автомобильного транспорта.

Особенно следует подчеркнуть следующий фактор - это природно-климатические условия (зональность) в горном регионе -  $F_{25}$ , они являются важнейшим фактором для формирования и развития потребностей в оказании услуг пассажирским автомобильным транспортом в горных регионах. Автором работы, [1] аргументируя свою точку зрения на основе большого фактического материала, установлено, что жители теплой климатической зоны совершают в среднем в 1,29 раза больше поездок, чем жители холодной зоны, а также в 1,17 раза больше, чем жители умеренных зон.

Теоретическое и практическое обследование необходимо учитывать при проведении комплексного исследования в условиях горной местности Республики Таджикистан. Как отрицательную оценку, можно сказать, что при проведении исследований используются все районы с одинаковыми природно-климатическими условиями, которые снижают ценность данной работы.

Обращая внимание на изменение данного фактора косвенно нами учтены показатели изменения величины показателя среднегодовых валовых продуктов одного хозяйства в горных регионах -  $X_3$ .

Огромное влияние на формирование и развитие потребности в услугах транспортно-технологической системы обслуживания населения пассажирского автомобильного транспорта может оказать фактор, характеризующий традиции, в том числе и другие обычаи в горном регионе -  $F_{26}$ . Им можно отражать косвенно средний размер населенных пунктов в горном регионе -  $X_{26}$  и удельный вес сельского населения в горном регионе -  $X_2$ .

Оценка анализируемого фактора на потребности в оказании услуг - сложная задача, необходимо этот фактор рассмотреть в конкретных районах горного региона.

Исследования показывают, что административно-управленческие и центральные

хозяйственные органы, объекты социально-культурных структур, которые могут оказать сравнительно качественные услуги, размещены в центре тяготения - центре сельсовета, районных центрах, областном центре. Уровень доступных центров для населения горных населенных пунктов -  $F_{27}$ , именно поэтому может являться существенным фактором, формирующим потребность в оказании пассажирских транспортных услуг.

Именно поэтому данный фактор нашел отражение в исследовании показателей: расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от центра джамоата в горном регионе -  $X_{34}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от центра джамоата в горном регионе -  $X_{35}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамоата в горном регионе -  $X_{36}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии более 50 км от центра джамоата в горном регионе -  $X_{37}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от райцентра в горном регионе -  $X_{38}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от райцентра в горном регионе -  $X_{39}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от райцентра в горном регионе -  $X_{40}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии 51-100 км от райцентра в горном регионе -  $X_{41}$ ; расположении и количестве населенных пунктов, на расстоянии более 100 км от райцентра в горном регионе -  $X_{42}$ ; расположении и количестве райцентров, на расстоянии до 100 км от областного центра в горном регионе -  $X_{43}$ ; расположении и количестве райцентров, на расстоянии более 100 км от областного центра в горном регионе -  $X_{44}$ .

Следует отметить, что некоторые факторы не удалось исследовать и оценить, за несовершенство способа отбора статистических данных, информационных ограничений, отсутствия данных в официальной статистике.

Именно поэтому в целом нами выбрано 27 факторов, характеризующих формирование и развитие потребности населения в услугах транспортно-технологической системы обслуживания населения пассажирским автомобильным транспортом, которые были выявлены в результате анализа и обработки

материалов, проведенных на основе экспертного опроса в Республике Таджикистан.

#### Литература:

1. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 80-86.
2. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Ходжаев П.Д. Функционирование и развитие системы оказания транспортных услуг населения горного региона. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 136-141.
3. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т. Теоретические аспекты, системы оказания транспортных услуг населения горного региона в условиях рыночной экономики. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, Т.2 №1 (37) – 2017г., стр. 71-81.
4. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Влияние факторов и выбор критериев автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), №2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 121-127.
5. Фохаков А.С., Ашуров К.Р., Ашуров А.М. Влияние потенциала транспортной инфраструктуры на развитие горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 142-149.
6. Фохаков А.С., Ашуров К.Р., Абдуллоев Х.К. Проблема выбора населения горного региона способ передвижений. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/8, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 93-97.
7. Фохаков А.С., Каримов А.А. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1 (41) – 2018г. стр.198-208.
8. Сангинов О.К., Фохаков А.С. Теоретико-методологические основы повышения эффективности транспортного обслуживания сельского населения горного региона в условиях рыночной экономики. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №1 (13) – 2011г., стр. 104-109.
9. Фохаков А.С., Саидов К.Т., Зайнидинов Т.Н., Сайдалиев А.С. Теоретические аспекты оценки потенциала в пассажирской транспортной системе города Душанбе. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (31) – 2015г., стр. 164-171.

10. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Сайдалиев А.С. Теоретические основы формирования и развития ресурсного потенциала рынка транспортных услуг города Душанбе. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (35) – 2016г., стр. 58-65.

11. Фохаков А.С., Худжаев П.С., Сайдалиев А.А. Оценка положительных и отрицательных факторов влияния развития автомобилизации в горном регионе и воздействия их на окружающую среду // Бюл-летень науки и практики. 2018. Т 4. №12. (декабрь) С.355-367. Режим <http://www.buletennauki.com/12-77>.

#### ТАЪСИРИ ОМИЛҲОИ АСОСӢ БА РАҚОБАТПАЗИРИИ ПОТЕНСИАЛИ МАЧМӢИ НАҚЛИЁТӢ-ТЕХНОЛОГИИ МИНТАҚАҲОИ КӢҲСОР

*А.С. Фохаков, Р.К. Раҷабов,  
А.А. Сайдалиев*

Дар мақолаи мазкур қисмати назариявӣ таъсири омилҳои асосӣ ба рақобатпазирӣ ва потенциалҳои маҷмӯи нақлиётӣ-технологии минтақаҳои кӯҳсор матраҳ гардидааст. Муҳимияти омилҳои таъсирбахш, ки ҳангоми хизматрасонӣ ба мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ таъсир мерасонад, муайян карда шудааст, инчунин муҳимияти мушкilotи барномаи комплексии рушди системаи нақлиёти аҳолии минтақаҳои кӯҳсор таҳлил шудааст. Вобастагии ҳалли ин масъалаҳои асосӣ аз сатҳи системаи таъминоти нақлиётӣ ва асоснокии раванди интиқол, мукамалномаи сохтори ҷойгиркунии муассисаҳои нақлиётӣ ва автомобилӣ мусофирбар (МНАМ) ва инфрасохтори нақлиётӣ, инчунин истифодабарии самаранокии потенциалҳои нақлиётӣ ва корхонаҳои дар минтақаи кӯҳсор, асоснок карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** нақлиёти автомобилӣ, самаранокии кор, таъминоти нақлиётӣ, хизматрасонии маҷмӯи нақлиётӣ-технологӣ, минтақаҳои кӯҳсор, нақлиёти мусофирбар, рушди система, комплекси нақлиётӣ, таҳлили факторӣ.

#### INFLUENCE OF MAIN FACTORS ON THE COMPETITIVENESS OF THE POTENTIAL OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF MOUNTAIN REGIONS

*A.S. Fokhakov, R.K. Radjabov,  
A.A. Saidaliev*

The article discusses the theoretical aspects of the influence of the main factors on the competitiveness of the potential of transport and technological systems in mountain regions. The importance of assessing the factors in

assessing the systems for the provision of transport services for passenger road transport has been revealed. The importance of studying the problem of the development of transport systems of the population of the mountain region This is inflated from the solution of the following tasks: from the level of transport security systems and the relevance of the transportation process, the perfection of the PATP layout scheme, the transport and technological structures and the effective use of the enterprise's transport potential in mountain regions.

**Key words:** road transport, work efficiency, transport service, transport and technological service system, mountain regions, passenger transport, system development, transport complex, factor analysis.

**Сведения об авторах:**

Фохаков Абдурауф Сайдалиевич – к.э.н., доцент кафедры «Организация

перевозок и управление на транспорте» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, автор более 90 научных и методических работ, область научных интересов – организация перевозок и управление на транспорте, моделирование на транспорте, научное направление проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии, конт. инф.: тел. 919584238, E-mail: [fohakov68@mail.ru](mailto:fohakov68@mail.ru)

Раджабов Раджаб Кучакович – д.э.н., профессор кафедры «Экономика и менеджмент на транспорте». E-mail: [drarajab@mail.ru](mailto:drarajab@mail.ru), тел.: +992934444107.

Сайдалиев Абдунаим Абдурауфович – магистр первого курса Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, область научных интересов – строительство автомобильных дорог и аэродромов, технология транспортных процессов, конт. инф.: тел. +79526098014, Email: [Saidaliev18@mail.ru](mailto:Saidaliev18@mail.ru)

**К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРОЙ ПАРКА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА ДУШАНБЕ**

*А.Н. Ременцов, В.А. Егоров, Д.Ш. Тошев, Х.Б. Хусейнов\**

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)*

*\*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В данной статье рассматриваются вопросы управления возрастной структурой и срок службы автобусов в автотранспортных предприятиях города Душанбе. Пассажирский транспорт относится к числу важнейших отраслей жизнеобеспечения города, от функционирования которого зависит качество жизни населения, эффективность работы отраслей экономики города и возможность использования его экономического потенциала.*

**Ключевые слова:** *возрастная структура, амортизация, срок службы, городские автобусы, пассажирские перевозки, автотранспортная предприятия.*

Основу устойчивого функционирования городской инфраструктуры и жизнеобеспечения населения создают своими услугами пассажирские автотранспортные предприятия как частной, так и государственной форм собственности, выполняя социально-значимые перевозки (СЗП). Основной задачей пассажирского автомобильного транспорта является полное и своевременное удовлетворение потребности населения в перевозках, повышение эффективности и качества транспортного обслуживания.

Успешность перевозки пассажиров городскими автобусами в большой степени зависит от уровня технической готовности подвижного состава, обеспечиваемого инженерно-технической службой предприятия и от срока его службы.

Городской пассажирский транспорт имеет особую социальную значимость и важное стратегическое значение. Отличительными особенностями транспортной работы, выполняемой пассажирским транспортом, являются:

- высокие требования к соблюдению графиков и маршрутов движения;
- большие социально-экономические потери в случае некачественного выполнения своих функций;
- высокая интенсивность эксплуатации;
- несовпадение режимов работы технической службы автотранспортного предприятия (АТП) и пассажирского транспорта;
- высокие требования к техническому состоянию автомобилей.

Для транспортных средств, выполняющих пассажирские перевозки, амортизационный срок службы – продолжительность

эксплуатации в годах, установленная с учетом экономически обоснованного срока эксплуатации, физического и морального износа, в условиях планируемого уровня использования, производства или закупки и обновления парка машин. Амортизационный срок службы предназначен для определения норм амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию) и нормативов затрат на ТО и ремонт.

Ежегодные средние амортизационные отчисления (или удельные на единицу транспортной работы) на реновацию могут быть определены по следующей зависимости:

$$Sa = \frac{C_n - C_d}{T} = \frac{C_n - C_d}{W_T}; \quad (1)$$

где

$C_n$  – первоначальная балансовая стоимость машин, руб.;

$C_d$  – ликвидационная стоимость машин, руб.;

$T$  – срок службы (период амортизации), годы;

$W_m$  – наработка транспортных средств за срок службы  $T$  лет, км.

Для определения с экономической точки зрения оптимального срока службы необходимо проследить изменение величины себестоимости единицы работы транспортных средств в зависимости от срока службы. Срок службы транспортных средств, при котором будет обеспечена наиболее низкая (минимальная) себестоимость, и следует считать экономически оптимальным.

Определение экономически целесообразных сроков службы сводится в общем случае к минимизации функции приведенных затрат и убытков:

$$\sum(C_i) + E_n \cdot K_{yo} + C_y \rightarrow \min \quad (2)$$

где

$C_i$  – удельные текущие затраты на единицу выполненной работы по  $i$ -й составляющей (эксплуатация автотранспортного средства, затраты на топливо, масло и прочие расходные материалы, на запасные части, ТО и ТР), руб./ед. наработки;

$E_n$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K_{уд}$  – удельные капитальные вложения на ед. наработки;

$C_y$  – удельные убытки от ненасыщенности или избытка парка автобуса и простоев по техническим причинам, руб./ед. наработки.

Ведущая роль в транспортном обслуживании города Душанбе принадлежит авто-

мобильному транспорту. В настоящее время автобусами выполняется около 65% всех пассажирских перевозок в Республике Таджикистан. Автобусы работают на городских, пригородных маршрутах, перевозят пассажиров между городами. Однако автобусный парк республики серьезно изношен – около половины всех эксплуатируемых автобусов находятся в критическом состоянии, а средний возраст автобуса составляет более 14 лет. В городе в общей сложности работают 24 автотранспортных предприятия, в т. ч. 4 муниципальных и 20 частных предприятий. На обслуживании пассажиров ежедневно находятся более двух тысяч транспортных средств, в том числе 197 автобусов на 19 маршрутах, 60 троллейбусов на 7 маршрутах и 2200 микроавтобусов на 67 маршрутах [4].

Для решения задачи определения срока службы необходима разработка методики, позволяющей определять оптимальный срок службы автобусов на основе показателей технической эксплуатации, характеризующих интенсивность их использования, динамику их изменения во времени, ресурс автобусов, уровень работоспособности и затрат на его поддержание.

Предполагаемыми результатами разработки данной методики являются определение оптимального срока эксплуатации автобусов и целесообразность их обновления, что позволит снизить себестоимость перевозочного процесса и, соответственно, нагрузку городского бюджета в виде субсидий обеспечения автобусных парков г. Душанбе.

Проведенные исследования по вопросам технической эксплуатации автобусов показывают, что абсолютное большинство эксплуатационных свойств автомобиля ухудшается по мере его старения. Это обстоятельство влияет на показатели качества как конкретного автобуса, так и автопарка предприятия в целом, в котором могут быть автомобили разных возрастных групп [1].

Увеличение сроков службы автобусов до списания приводит к существенному ухудшению показателей эффективности парка – средней производительности автомобиля, доходов, коэффициента технической готовности, потребности в рабочей силе и запасных частей.

В общем случае определение оптимальной стратегии списания старых автобусов представляет собой достаточно сложную задачу.

Поэтому одной из важных экономических проблем, с которой приходится

встречаться на практике, является определение оптимальной стратегии замены старых автобусов.

Срок службы автобусов определяется как календарная продолжительность эксплуатации их до момента возникновения предельного состояния или до списания. Сроком службы оценивают полную продолжительность существования автобусов в единицах времени (месяцы, годы) независимо от того, работает ли он, либо простаивает в ремонте или по организационным причинам.

Рекомендуемые сроками службы основных транспортных средств различного класса [5] являются:

- автобусы особо малые и малые длиной до 7,5 м включительно – 5...7 лет;
- автобусы средние и большие длиной до 12 м включительно – 7...10 лет;
- автобусы особо большие (автобусные поезда) длиной свыше 16,5 до 24 м включительно – 10...15 лет.

Действительно, для автобусов среднего и большого классов, эксплуатируемых ГКУ «Душанбенаклиётхадамотрасон» с рекомендуемым сроком службы от 7 до 10 лет согласно [6], количество подвижного состава данного класса, превышающего отмеченный срок службы из общего количества автобусов, составляет 322 ед.

Оптимальный срок эксплуатации автобуса зависит от стратегии поддержания возрастной структуры парка. Так, часто встречается вариант, когда новые группы автобусов покупаются не регулярно, каждый год, создавая равномерную структуру, а редко, «импульсами», с периодичностью, значительно большей, чем 1 год.

Назовем «скважностью» расстояние между двумя последовательно идущими возрастными группами в годах. Ориентировочное поведение зависимости суммарных затрат от срока эксплуатации автобуса и «скважности» показано на рис. 1. Там же красной линией показана зависимость формируемого на этой базе оптимального периода эксплуатации от «скважности».

Здесь поверхность коричневого цвета представляет комплексную составляющую полных удельных затрат на поддержание работоспособности автомобиля «1», растущую в целом при увеличении задаваемого периода эксплуатации «t», желтым цветом – составляющая «2», показывающая изменение затрат на амортизационные издержки с учетом банковских процентов обслуживания при

больших сроках кредита, преимущественно убывающая при увеличении «t», синим – их сумма «3». По оси ординат здесь дана «скважность» - промежуток времени между возрастными группами в годах.

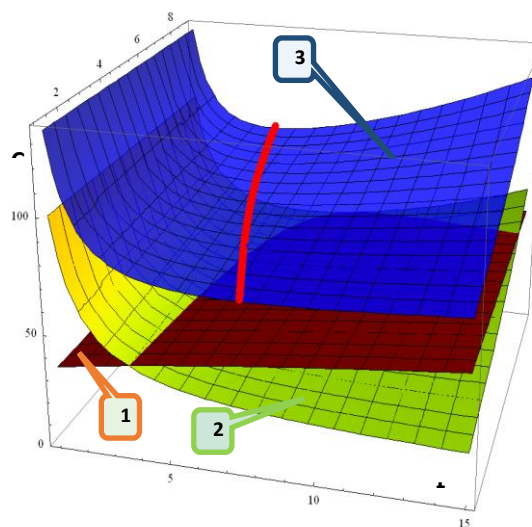


Рис. 1. Визуальное представление построения целевой функции и поиска решения поставленной задачи в зависимости от выбранной стратегии поддержания возрастной структуры подвижного состава.

Суммированные таким образом полные накопленные затраты, отнесенные к выполненной за рассматриваемый период работе, накопленному суммарному пробегу, дают удельные затраты на единицу пробега, значение которых требуется свести к минимуму.

Так можно определить оптимальное значение предельного срока работы автобусов в различных организационных условиях их эксплуатации.

$$\sum \frac{C_i}{W} \rightarrow \min_{\{T_n, n, \dots\}} \quad (3)$$

где

$C_i$  – составляющие затрат;

$W$  – произведенная работа;

$T_r$  – задаваемый(искомый) срок эксплуатации автобуса;

$N$  – «скважность».

Между тем директивное установление срока службы автотранспортных средств, обеспечивающих пассажирские перевозки, не всегда можно считать рациональным решением [7].

Поэтому в рамках исследований рассматривается возможность нахождения оптимальных решений, позволяющих оптимизировать сроки службы автобусов на основе учета совокупности факторов, отражающих интенсивность изменения во времени

технического состояния подвижного состава, затрат на поддержание заданного уровня его работоспособности, затрат в динамике на потребность в шинах и горюче-смазочных материалов и др. факторов с учетом стоимости (цены) приобретаемых автотранспортных средств, банковских процентных ставок и инфляционных ожиданий на задаваемых прогнозных временных лагах.

#### Литература:

1. Авдонькин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. – М.: Транспорт, 1993. – 350с.
2. Государственная целевая программа «Развитие транспортного комплекса Республики Таджикистан на 2010-2025 годы»
3. Ременцов А.Н., Тошев Дж.Ш., Хусейнов Х.Б. Определение рационального срока службы автобусов в автотранспортных предприятиях города Душанбе // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сборник научных трудов по материалам 76-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва: МАДИ. - 2018. – Стр. 189-196.
4. Статистический ежегодник Республики Таджикистан. Душанбе - 2017, 466 с.
5. Тошев Д.Ш. К вопросу эксплуатации автобусов в городе Душанбе // М.: Вестник МАДИ - 2017, № 3. Стр. 26-30.
6. Тошев Дж.Ш., Ременцов А.Н., Зенченко В.А. Основные подходы к решению вопроса необходимости оптимизации срока службы пассажирского транспорта в условиях города Душанбе // М.: Грузовик, 2017, №12.
7. Тошев Д.Ш., Ременцов А.Н. Возрастная структура и списание автобусов в пассажирских предприятиях города Душанбе Республики Таджикистан // Вестник МАДИ. - 2018. - № 1(52). – С. 9-15.

#### **ДОИР БА МАСЪАЛАИ ИДОРАКУНИИ СОХТОРИ СИННУСОЛИИ ПАРКИ МУАССИСАҶОИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ А.Н. Ременцов, В.А. Егоров, Қ.Ш. Тошев, Ҳ.Б. Хусейнов**

Дар мақолаи мазкур масъалаҳои идоракунии сохтори синнусоли ва муҳлати хизмати автобусҳо дар МНА-и ш. Душанбе дида

баромада шудааст. Нақлиёти мусофирбар ба шумори соҳаҳои муҳими таъмини зисти шаҳр тааллуқ дорад, самаранокии қори соҳаҳои иқтисодии шаҳр ва имкони истифодаи қобилияти иқтисодии он вобаста аст.

**Калимаҳои калидӣ:** сохтори синнусоли, амортизатсия, муҳлати хизмат, автобусҳои шаҳрӣ, мусофирбарӣ, МНА.

#### **TO THE QUESTION OF MANAGEMENT OF THE AGE STRUCTURE OF PARK OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES OF DUSHANBE CITY**

**A.N. Remesov, V.A. Egorov, J.Sh. Toshev,  
H.B. Huseynov**

This article provides a methodology for predicting all performance indicators and rationing their high level at the design stage, as well as establishing regular links between the criteria and performance indicators of cars, designed for their normalization and evaluation.

**Key words:** car, exploitation, road, potential properties, management, characteristic, environment, theory.

#### **Сведения об авторах:**

Ременцов Андрей Николаевич – д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис», МАДИ (ГТУ). Автор более 300 научных статей. Научные интересы: техническая эксплуатация автомобилей, управление эксплуатационной надежностью автомобилей.

Егоров Виктор Акимович – к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис», МАДИ (ГТУ). Автор более 200 научных статей. Научные интересы: информационные технологии на транспорте, управление эксплуатационной надежностью автомобилей.

Тошев Джахонгир Шодибекович – аспирант кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис» МАДИ (ГТУ). Автор более 40 научных статей. Научные интересы: оптимизация технической эксплуатации и повышение эксплуатационной надежности автомобилей.

Хусейнов Хасан Бозорович – старший преподаватель кафедры “Эксплуатация автомобильного транспорта” ТТУ имени академика М.С. Осими. Автор более 35 научно-методических работ. E-mail: [hasan-84@bk.ru](mailto:hasan-84@bk.ru), тел: +992927190808.



## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

**Б.Т. Камолидинов**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье охарактеризованы факторы, определяющие современные особенности состояния транспортно-логистической системы Республики Таджикистан. Выделены условия и факторы, затрудняющие развитие транспортно-логистической системы Республики Таджикистан. Охарактеризованы проблемы, характерные для транспортно-логистической системы Республики Таджикистан. Продемонстрированы основные характеристики динамики развития ключевых элементов транспортно-логистической системы Республики Таджикистан. Определены перспективы развития транспортно-логистической системы Таджикистана.*

**Ключевые слова:** транспорт, логистика, транспортно-логистическая система, проблемы, перспективы, потенциал, Республика Таджикистан.

Для Республики Таджикистан, не имеющей выхода к морям, благодаря привлекательности географического положения, особое значение приобретает поиск новых перспективных рынков транспортных услуг.

В транспортном секторе страны занято около 3,2% от экономически активного населения страны. Экономический потенциал транспортно-логистической системы Республики Таджикистан наглядно следует из фактических данных, согласно которым доля транспорта в ВВП страны составляет порядка 17%, при этом уровень транспортных издержек в стоимости продукции в промышленном секторе составляет 15%, в строительной сфере около 30%, в сельскохозяйственном производстве и торговле – до 40% [1].

К числу предпосылок, определяющих в качестве основной стратегии развития транспортно-логистической системы получение страной полноценного статуса транзитной, можно также отнести:

-наличие оформленных политических установок о долгосрочных приоритетах развития Республики Таджикистан, выраженных в концепциях, стратегиях и программах, определяющих стратегические цели республики как в социально-экономическом отношении в целом, так и в отношении транспортного комплекса, в частности;

-возможность получения Таджикистаном статуса транзитного государства определяется также устремлениями других госу-

дарств – в этом смысле Таджикистан становится объектом экономических стратегий крупнейших государств и должен встраиваться в такие стратегии;

-географическое расположение Таджикистана на «перекрестке» крупных международных коридоров, позволяющее обеспечить транзитные перевозки во всех направлениях кратчайшим путём [2];

-действующие транзитные коридоры, в особенности включенные в сеть Азиатских автомобильных дорог (международный маршрут АН-7 граница Узбекистана-Худжанд-Душанбе-Нижний Пяндж-граница Исламской Республики Афганистан, маршрут АН-65 граница Кыргызстан-Карамык-Вахдат-Душанбе-Турсунзаде-Узун-Термез, маршрут АН-66 Душанбе-Куляб-Калаи Хумб-Хорог-Мургаб-перевал Кулма-граница КНР с выходом на Каракорумское шоссе.), проходящие через страну, нуждаются в своём развитии;

-планирующийся ввод в эксплуатацию объектов транспортной инфраструктуры обеспечит сокращение путей перевозок грузов между странами СНГ и странами Европы (например, мостов через реку Пяндж).

Хотя железнодорожная сеть может сыграть важную роль в реализации транзитного потенциала Республики Таджикистан, ее мощности и возможности несколько ограничены. Железнодорожная сеть Таджикистана составляет 960,6 км., из которых 684,8 км. главные пути, 75,6 км. подъездные пути, 200,2 км. станционные пути. В собственности монополиста железнодорожной отрасли «Таджикской железной дороги» находится 2 269 грузовых вагонов, 441 пассажирский вагон и 56 локомотивов, 33 станций: на центральном участке - 10, на северном – 10 и на южном 13. Протяженность двухпутных участков составляет лишь 61,5 км. [3].

На перевозку международных грузов железными дорогами приходится около половины от всего объема перевозимого экспорта и импорта Республики Таджикистан. В стране действует три железнодорожных коридора:

1. Северный коридор протяженностью 109 км. «Канибадам – Бекабад», в котором преобладают транзитные грузовые перевозки.
2. Центральный коридор, протяжен-

ностью 89 км. «Вахдат – Пахтаобод» - используется преимущественно для транспортировки импортных грузов.

3. Южный коридор протяженностью 296 км. – «Куляб – Хошади», мощности которого используются в ограниченной мере.

Указанные коридоры не являются «автономными» в условиях ТЛС Республики Таджикистан, и, как правило, обмен подвижным составом производится с использованием железных дорог Узбекистана и Туркменистана [4].

Анализируя динамические ряды, характеризующие изменение объемов перевозок грузов в Республике Таджикистан, целесообразно выделить несколько этапов:

-этап, совпадающий с первыми годами становления новой государственности Республики Таджикистан, глубокими политическими и социально-экономическими кризи-

сами – с 1991 по 1996 годы – объем перевозок грузов в этот период всеми видами транспорта сократился в 2,7 раза, а железнодорожным транспортом – в 3,7 раза;

-в дальнейшем наблюдается замедление падения перевозок грузов железнодорожным транспортом с 1997 по 2000 г.;

-с 2000 по 2008 г. с ростом спроса на грузоперевозки ввиду роста строительной и промышленной отрасли выросли объемы перевозок грузов железнодорожным транспортом, среднегодовой рост составил 3 %;

-начиная с 2008 по настоящее время, также продолжается постепенное падение объемов грузоперевозок железнодорожным транспортом в Таджикистане.

На рисунке 1 приведены данные об изменении темпов перевозок грузов железнодорожным транспортом в Республике Таджикистан за 1991 – 2017 гг.

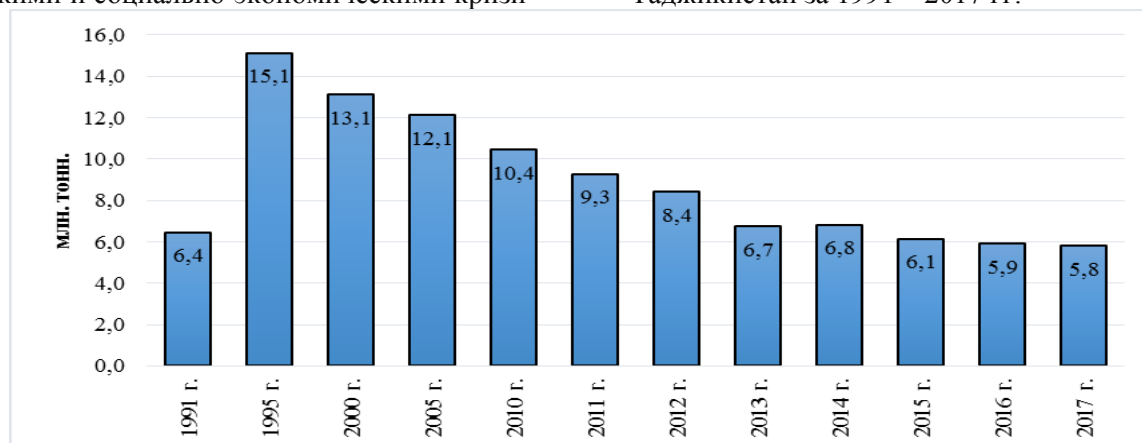


Рис. 1. Объемы перевозки грузов железнодорожным транспортом в Республике Таджикистан, 1991 – 2017 гг., млн. т.

Источник: данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан

Таким образом, приведенные выше данные, характеризующие состояние перевозок железнодорожным транспортом свидетельствуют о явном кризисе данной подотрасли транспортно-логистического комплекса, стагнирующем характере его развития. Характерные для железнодорожного транспорта проблемы можно сгруппировать следующим образом:

1. Проблемы, решаемые путем дополнительного инвестирования отрасли:

-высокий износ подвижного состава, во многом ограничивающий возможности оказания качественных транспортно-логистических услуг;

-значительные объемы незавершенного строительства;

-необходимость ввода в действие новых объектов транспортно-логистического комплекса (транспортно-логистических цен-

тров и сопутствующих им объектов), которые могут позволить вывести его на конкурентный уровень в сравнении с соседними странами, участвующими в обеспечении международных перевозок по транзитным коридорам;

-необходимость инвестирования в обеспечение безопасности функционирования железнодорожной отрасли.

2. Проблемы, требующие совершенствования правовой базы управления развитием железнодорожным транспортом, в том числе:

-развитие правовой базы государственно-частного партнерства как механизма привлечения инвестирования в объекты железнодорожной отрасли [5];

-совершенствование тарифного регулирования в железнодорожной отрасли;

-совершенствование таможенного законодательства и др.

3. Проблемы, требующие повышения эффективности организационно-управленческого обеспечения железнодорожного транспорта, в том числе:

- создание новых координирующих органов и институтов в системе администрирования транспортного комплекса государства, функции которых, в том числе связаны с развитием транспортно-логистического комплекса республики;

- совершенствование методов управления железнодорожным транспортом и др.

По данным Министерства транспорта Республики Таджикистан, протяженность автомобильных дорог (данные на 2012 г.) составляет 14 тыс. км., из которых 38 % или 5,4 тыс. км. приходится на дороги республиканского значения и, соответствен-

но, 62 % или 8,7 тыс. км. на дороги местного значения [6].

Кроме этого, в стране используется 12791 км. дорог необщего пользования, не относящихся к юрисдикции Министерства транспорта Республики Таджикистан (промышленные, частные), соответственно, не финансируемых за счёт средств государственного бюджета.

Как следует из данных официальной статистики, основной поток грузов, удовлетворяющих потребности экономики Республики Таджикистан, поступает по автомобильным дорогам. Начиная с 2000 г., наблюдается постепенный рост объемов перевозок грузов автомобильным транспортом в Республике Таджикистан (рис. 2).

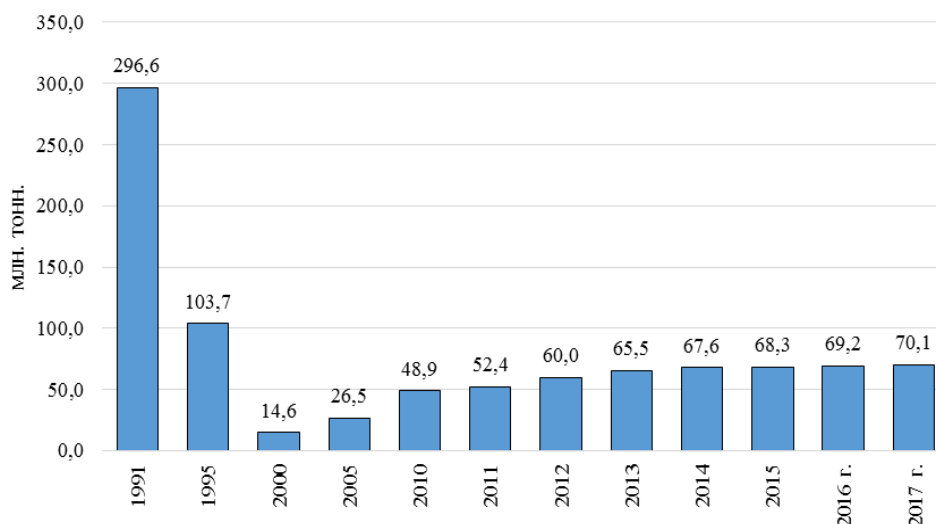


Рис. 2. Объемы перевозок грузов автомобильным транспортом, 1991 – 2017 гг., млн. т.  
 Источник: данные Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан

Таким образом, рост объемов перевозок автомобильным транспортом в противовес снижению перевозок грузов железнодорожным транспортом свидетельствует о большей конкурентоспособности транспортных услуг, оказываемых автомобильным транспортом и постепенном замещении перевозок железнодорожным транспортом автомобильными перевозками. Между тем, объекты железнодорожной инфраструктуры транспортно-логистического комплекса играют определяющую роль в становлении конкурентоспособной транспортно-логистической системы.

В связи с этим сложившуюся тенденцию нельзя назвать приемлемой с точки зрения долгосрочных задач развития транспортно-логистической системы Республики Таджикистан.

Решение проблемы требует принятия

комплексных мер для повышения конкурентоспособности транспортных услуг, оказываемых железнодорожным транспортом и объектами его инфраструктуры [7].

Хотя в последние годы и наметился постепенный рост перевозок грузов автомобильным транспортом, он всё ещё не достиг уровня 1991 – 1995 гг., что говорит о нереализованном потенциале данного сегмента транспортной отрасли. Положительной, тем не менее, можно назвать среднегодовую динамику последних лет, составляющую 10%.

Важно также рассмотреть как изменились позиции в исследовании эффективности логистики конкурентных национальных транспортно-логистических систем – Казахстана, Туркменистана, Узбекистана и Кыргызской Республики за исследуемый период. В таблице 1 приведены сравнительные значения динамики показателей за 2007 – 2018 гг.

Анализируя эффективность транспортно-логистической системы Республики Таджикистан, можно также отметить, что как показывает мировой опыт, на эффективность транспортно-логистических систем значительное влияние оказывают такие факторы

как отсутствие выхода к морю, удаленность от побережья и другие [8]. Данный тезис подтверждается и на примере Республики Таджикистан, где абсолютный уровень дохода на душу населения заметно ниже даже чем в группе сопоставимых стран.

Таблица 1.

Сравнительный анализ изменения показателей эффективности логистики в Республике Таджикистан и соседних странах, рассматриваемых как конкурентные транспортно-логистические системы

| Страна       | Период   | ед. изм. | Эффективность логистики | Таможня | Инфраструктура | Международные перевозки | Качество и конкурентоспособность логистики | Обнаружение и отслеживание | Своевременность |
|--------------|----------|----------|-------------------------|---------|----------------|-------------------------|--|----------------------------|-----------------|
| Казахстан    | 2007 г.  | балл     | 2,1                     | 1,9     | 1,9            | 2,1                     | 2,0  | 2,2                        | 2,7             |
|              | 2018 г.  | балл     | 2,8                     | 2,7     | 2,5            | 2,7                     | 2,6  | 2,8                        | 3,5             |
| Туркменистан | 2010 г.* | балл     | 2,5                     | 2,1     | 2,2            | 2,3                     | 2,3  | 2,4                        | 3,5             |
|              | 2018 г.  | балл     | 2,4                     | 2,4     | 2,2            | 2,3                     | 2,3  | 2,6                        | 2,7             |
| Узбекистан   | 2007 г.  | балл     | 2,2                     | 1,9     | 2,0            | 2,1                     | 2,2  | 2,1                        | 2,7             |
|              | 2018 г.  | балл     | 2,6                     | 2,1     | 2,6            | 2,4                     | 2,6  | 2,7                        | 3,1             |
| Кыргызстан   | 2007 г.  | балл     | 2,3                     | 2,2     | 2,1            | 2,4                     | 2,4  | 2,4                        | 2,8             |
|              | 2018 г.  | балл     | 2,5                     | 2,8     | 2,4            | 2,2                     | 2,4  | 2,6                        | 2,9             |

\* отсутствуют данные по стране на 2007 год

Источник: рассчитано автором на основе данных исследования Всемирного Банка «Индекс эффективности логистики»

Характерной чертой устройства транспортно-логистической системы Республики Таджикистан является бессистемность производственно-сбытовой цепи, существенные недостатки в регулировании транзитных потоков, что позволяет согласиться с выводом о том, что торговые и транспортные издержки экономических агентов в государстве в значительной мере определяются, во-первых, функциональными факторами, во-вторых, пропускной способностью транспортно-логистической инфраструктуры [9].

Таким образом, можно сделать вывод о достаточно низкой эффективности транспортно-логистической деятельности в Республике Таджикистан.

В стране на высшем политическом уровне создаются условия решения проблем развития транспорта и логистики, которые определяют наличие определенного потенциала развития транспортно-логистической системы. В сложившихся условиях требуется детальное изучение характерных проблем развития транспортно-логистической системы и расширения уже принятого на официальном уровне комплекса мер по её развитию.

#### Литература:

1. Статистический ежегодник Республики Таджикистан / Статистический сборник. – Душанбе, АСПРТ, 2017.
2. Азимов П.Х. Перспективы транспортно-логистической деятельности в Республике Таджикистан // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2016. Т. 10. № 4. С. 165-169.
3. Перспективные маршруты международных грузовых перевозок [Электронный ресурс]/UNECE.URL- [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2015/wp5-eat/5\\_WP5\\_GE2\\_13th\\_session\\_Mr\\_Kodirov.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2015/wp5-eat/5_WP5_GE2_13th_session_Mr_Kodirov.pdf) (дата обращения 12.11.2018 г.)
4. Азимов П.Х. Проблемы транспортно-логистической деятельности в Республике Таджикистан // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2016. № 16-2. С. 15-19.
5. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Транспортно-логистические центры в региональной транспортно-логистической системе // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2013. № 2. С. 311-313.
6. Рауфи А. Развитие автомобильных дорог в Таджикистане // Вестник Таджикско-

го технического университета. - 2014. - Т. 1. - С. 114-117.

7. Кудбудунов Ф.Ш. К вопросу о правовых основах регулирования деятельности железнодорожного транспорта в республике Таджикистан // Правовая жизнь. - 2016. - №2(14). - С. 167-170.

8. Азимов П.Х., Алибаева М.М. Формирование и развитие информационно-коммуникационных связей в логистических центрах // В сборнике научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Экономика и управление предприятиями, отраслями, комплексами в условиях инновационного развития», 27 февраля 2018 г., Тверь / под общ. ред. О. М. Дюжиловой, Г. Г. Скворцовой. Тверь: СФК-офис, 2018. – 128 с., С.85-89

9. Постановление Правительства Республики Таджикистан от 1 апреля 2011 года №165 «Об утверждении Государственной целевой программы развития транспортного комплекса Республики Таджикистан до 2025 года» [Электронный ресурс] / Законодательство стран СНГ. URL – [http://base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?rgn=81534](http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=81534) (дата обращения 22.11.2018 г.)

### ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ СИСТЕМАИ НАҚЛИЁТИВУ ЛОГИСТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

*Б.Т. Камолитдинов*

Дар мақола омилҳои муайянсози хусусияти муносири ҳолати системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсиф карда шудааст. Шароит ва омилҳои ба инкишофи системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон монешаванда чудо карда шудаанд. Мушкилоти мансуб ба

системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсиф шудааст. Тавсифи асосии тамоили рушди унсурҳои муҳими системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон баён гардидаанд. Дурнамои инкишофи системаи нақлиётиву логистикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** нақлиёт, логистика, системаи нақлиётиву логистика, мушкилот, дурнамо, иқтидор, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

### ANALYSIS OF THE CONDITION OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

*B.T. Kamoliddinov*

The article characterized the factors that determine the current characteristics of the state of transport and logistics system of the Republic of Tajikistan. The conditions and factors that hinder the development of transport and logistics system of the Republic of Tajikistan. Demonstrated the basic characteristics of dynamics of development of key elements of the transport logistics system of the Republic of Tajikistan. The perspective development of transport and logistics system of Tajikistan.

**Key words:** transport, logistics, transport-logistics system, problems, prospects, potential, Tajikistan.

### Сведения об авторе:

Камолитдинов Бахтиёр Тошпулатович – ст. преп. кафедры «Экономика и транспортная логистика», Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 938-88-48-22, E-mail: [kbt\\_1974@mail.ru](mailto:kbt_1974@mail.ru)

УДК: 656.13 (575.3)

### ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СПРОСА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ В УСЛУГАХ АВТОБУСНЫХ СООБЩЕНИЙ

*А.С. Фохаков*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В статье рассматриваются теоретические аспекты, влияние основных факторов на конкурентоспособность потенциала транспортно-технологических систем горных регионов. Выявлена важность показателей региональных факторов, влияющих на спрос транспортно-технологической систе-

мы обслуживания населения горного региона в услугах автобусных сообщений, а также важность проблемы комплексной программы развития транспортной системы населения горных регионов. Расчитаны экономико-математические модели формирования спроса транспортно-технологической системы об-

служивания населения горного региона в услугах автобусных сообщений.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, эффективность, моделирование, транспортное обслуживание, транспортно-технологическая система обслуживания, горные регионы, пассажирский транспорт, развитие системы, транспортный комплекс, факторный анализ.

Необходимо отметить, что из-за несовершенства способа сбора статистических данных и информационной ограниченности, отсутствия данных в официальной статистике некоторые факторы не удалось непосредственно анализировать и оценить.

Именно поэтому в целом нами выбрано 27 факторов, характеризующих формирование и развитие потребности населения в услугах транспортно-технологической системы обслуживания населения пассажирским автомобильным транспортом, которые были выявлены в результате анализа и обработки материалов, проведенных на основе экспертного опроса в Республике Таджикистан.

Для определения степени согласованности мнений экспертов нами применялся «коэффициент конкордации W Кендала»<sup>9</sup>.

$$W = \frac{S}{1/12n^2(m^3 - m) - n \sum_{i=1}^n T_i^2} \quad (1)$$

$$S = \sum_{g=1}^m \left( \sum_{d=1}^n C_{gd}^2 - \frac{\sum_{g=1}^m \sum_{d=1}^n C_{gd}}{m} \right)^2 \quad (2)$$

$$T = \frac{1}{12} \sum_{d=1}^D (R_d^3 - R_d) \quad (3)$$

где

$n$  - число рассматриваемых факторов;

$m_i$  - число привлекаемых экспертов;

$C_{gj}$  - оценка важности факторов, данная  $i$ -м экспертом (в рангах);

$T_i$  - показатель рангов, связанных между собой;

$D$  - число групп рангов, связанных в оценках  $i$ -го эксперта;

$R_d$  - число рангов, равных в  $d$ -й группе.

Для полноценной оценки статистической значимости коэффициентов конкордации  $W$  также исчисляется критерий  $\chi^2$  Пирсона, который подчиняется  $\chi^2$  - распределению с числом степеней свободы  $(m-1)$ . Оно определяется по следующей формуле:

$$\chi^2 = \frac{S}{1/12n - m(m+1) - 1/n - 1 \sum_{i=1}^n T_j} \quad (4)$$

или

$$\chi^2 = W / n(m-1) \quad (5)$$

Для значимости коэффициента конкордации  $W$  необходимо и достаточно, чтобы вычисленное значение  $\chi^2$  было больше табличного, определяемого числом степеней свободы ( $k = m-1$ ) и уровнем доверительной вероятности  $P$ .

Расчет коэффициента конкордации и проверка его значимости дали следующие результаты:

$$W = 0,67 \quad \chi^2_{\text{расч.}} = 202,5$$

$$\chi^2_{\text{таб}} (\gamma = 0,05, \hat{h} = m - 1 = 26) = 38,5$$

$$\chi^2_{\text{p.e.}} = 202,5 > \chi^2_{\text{ct}} = 38,5$$

Как положительный факт можно сделать предварительный вывод о том, что гипотеза о согласованности показаний экспертов, вычисленная с помощью  $W$  Кендала, не отвергается. Между экспертами существует согласованность о значимости отобранных факторов.

Исследование и обоснование региональных факторов, формирующих потребность населения горного региона в услугах пассажирского транспорта, очень важны для оценки спроса населения горного региона в услугах пассажирского транспорта. Для последнего необходимо обосновать и обобщающий показатель оценки потребности населения горного региона в услугах пассажирского транспорта, о чем будет говориться ниже. Таким образом, изучение и выделение факторов, характеризующих формирование потребности населения в услугах транспортно-технологической системы обслуживания населения пассажирским автомобильным транспортом весьма важны, актуальны и для оценки удовлетворения спроса и организации транспортного обслуживания Республики Таджикистан.

Комплексный подход к горному региону, рассмотрение его как единого целого, гармонически, пропорционально, взаимосвязано развивающегося социально-экономического объекта и изучение при этом пассажирского транспорта, как важнейшей составляющей производственной и социальной инфраструктуры горного региона, предполагает обоснование уровня формирования

<sup>9</sup>Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.В. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании/ Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Е.В. Левин.- Киев: Наукова Думка,1974. - 254 с.; Пасханер И.С., Яблочник А.Л. Общая теория статистики. Для программного обучения. /Под ред. проф. М.М. Юзбашева. - 2-е изд.-М.: Финансы и статистика,1983.- 432 с.

и развития транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона. Для последнего, прежде всего, необходим выбор обобщающего показателя транспортно-технологической системы обеспеченности населения горного региона.

Необходимо отметить, что потенциал горного региона [12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22] с подавляющим развитием сельскохозяйственного производства характеризуется сравнительно слабым социально-экономическим развитием, и автомобильный транспорт в них является наиболее целесообразным, а в некоторых случаях даже единственно приемлемым средством для передвижения.

На основе этого можно утверждать, что развитие ПАТ является основной базой для ускоренного социально-экономического регионального развития, источником улучшения системы расселения и приоритетным направлением решения многих социально-экономических проблем сельских территорий в горном регионе Таджикистана.

На наш взгляд, ПАТС для рассматриваемых областей и районов на сегодняшний день является тем основным звеном, за которое нужно взяться, чтобы вытащить свою цепь социально-экономического развития горных регионов Таджикистана.

Моделирование потребности населения в услугах автобусных перевозок позволяет получить новую информацию по поведению исследуемого процесса в будущем, которую зачастую невозможно получить на основе натуральных экспериментов.

С другой стороны, изучение спроса на пассажирские автомобильные перевозки затруднено в силу того, что имеющаяся статистика отражает лишь фактические объемы перевезенных пассажиров, которые в значительной степени отличаются в меньшую сторону от существующего спроса. При этом возникают сложности в измерении пассажиропотоков на сельских маршрутах из-за влияния различных факторов.

Анализ научно-технической литературы отечественных и зарубежных ученых показывает, что в настоящее время почти отсутствует единая методика по определению потребности транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона в услугах ПАТС [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Именно поэтому нами использована методика, предложенная профессором Сангиновым О.К.<sup>10</sup>. Как

положительный факт можно отметить то, что данная методика позволяет на основе изучения тенденций и установления закономерностей выявить те факторы, которые наиболее влияют на транспортно-технологическую систему обслуживания населения горного региона в перевозках, рассчитывают реальную потребность в пассажирских автобусных перевозках, тем самым косвенно могут определить потенциальную возможность горного региона.

Используя указанную методику, нами были отобраны факторы, оказывающие наибольшее влияние на спрос транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона, в том числе и на потребность населения в услугах автобусных перевозок (таблица 1).

Следует отметить, что установление совокупного влияния между собой вышеуказанных факторов на спрос транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22] в услугах автобусных перевозок (табл. 3.) можно установить и определить с помощью многофакторного корреляционно-регрессионного анализа. Этот метод даст возможность исследовать различные транспортно-технологические процессы, а результатом моделирования является построение ЭММ, отражающего статистическую зависимость результативного показателя (объем перевозок пассажиров или подвижность населения) от влияющих экономических, демографических, социальных и других факторов.

Кроме того, этот метод достаточно подробно позволяет количественно оценивать связь между результативным фактором и изучаемыми явлениями на основе оценки адекватности и устойчивости модели с учетом выбора наиболее близкой к анализируемому процессу формы связи.

В качестве объекта исследования нами была выбрана Согдийская область, Хатлонская область, Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО) и районы республиканского подчинения (РРП) для разработки экономико-математического моделирования (ЭММ).

Расчеты проведены по стандартной программе и в результате для проведения дальнейшего анализа остались следующие факторы (таблица 2).

<sup>10</sup>Сангинов О.К. Формирование и развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта горных регионов:

Дисс. ...док. экон. наук : 08.00.05 // Сангинов О.К., Душанбе: 2003. - 330 с.

Таблица 1.

Показатели региональных факторов [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22], влияющих на спрос транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона в услугах автобусных сообщений.

| № п/п | Показатели   | Единица измерения        | Условное обозначение |
|-------|--|--------------------------|----------------------|
| 1.    | Среднемесячная заработная плата работника населения горного региона  | сомони                   | X <sub>1</sub>       |
| 2.    | Доля сельского населения в горном регионе  | %                        | X <sub>2</sub>       |
| 3.    | Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в горном регионе  | тыс. сомони              | X <sub>3</sub>       |
| 4.    | Объем бытовых услуг на душу населения горного региона  | сомони                   | X <sub>4</sub>       |
| 5.    | Количество предприятий быта на один населенный пункт в горном регионе  | ед.                      | X <sub>5</sub>       |
| 6.    | Количество предприятий розничной торговли на один населенный пункт в горном регионе                              | ед.                      | X <sub>6</sub>       |
| 7.    | Количество автолавок и палаток в райцентре горного региона   | ед.                      | X <sub>7</sub>       |
| 8.    | Объем товарооборота на душу населения в горном регионе   | сомони                   | X <sub>8</sub>       |
| 9.    | Количество отделений связи на один населенный пункт в горном регионе   | ед.                      | X <sub>9</sub>       |
| 10.   | Объем продукции связи на душу жителя горного региона   | сомони                   | X <sub>10</sub>      |
| 11.   | Число врачей на один населенный пункт в горном регионе   | чел.                     | X <sub>11</sub>      |
| 12.   | Среднее количество посещения амбулаторно-поликлинических учреждений одним жителем в горном регионе               | ед.                      | X <sub>12</sub>      |
| 13.   | Среднее количество больничных коек на 1000 жителей в горном регионе  | ед.                      | X <sub>13</sub>      |
| 14.   | Плотность транспортно-технологической сети автомобильных дорог в горном регионе                                  | км/км <sup>2</sup>       | X <sub>14</sub>      |
| 15.   | Среднее количество культурных учреждений на один населенный пункт в горном регионе                               | ед.                      | X <sub>15</sub>      |
| 16.   | Среднее количество участников художественной самодеятельности одного клуба в горном регионе                      | ед.                      | X <sub>16</sub>      |
| 17.   | Среднее количество книг одной библиотеки в горном регионе  | тыс. экзем.              | X <sub>17</sub>      |
| 18.   | Количество общеобразовательных школ (лицеев) на один населенный пункт в горном регионе                           | ед.                      | X <sub>18</sub>      |
| 19.   | Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе  | чел.                     | X <sub>19</sub>      |
| 20.   | Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе                           | чел.                     | X <sub>20</sub>      |
| 21.   | Среднее количество детей на одно дошкольное учреждение в горном регионе  | чел.                     | X <sub>21</sub>      |
| 22.   | Количество дошкольных учреждений (садики) на один населенный пункт в горном регионе                              | ед.                      | X <sub>22</sub>      |
| 23.   | Количество промышленных предприятий и объединений на один центр тяготения в горном регионе                       | ед.                      | X <sub>23</sub>      |
| 24.   | Плотность размещения населенных пунктов в горном регионе   | ед./тыс. км <sup>2</sup> | X <sub>24</sub>      |
| 25.   | Плотность центра тяготения в горном регионе  | ед./тыс. км <sup>2</sup> | X <sub>25</sub>      |
| 26.   | Средний размер населенных пунктов в горном регионе   | чел.                     | X <sub>26</sub>      |
| 27.   | Удельный вес жителей старше трудоспособного возраста в горном регионе  | %                        | X <sub>27</sub>      |
| 28.   | Удельный вес инженерно-технических работников в общем количестве работников сельского хозяйства в горном регионе | %                        | X <sub>28</sub>      |
| 29.   | Средний размер приусадебного участка одного жителя в горном регионе  | га                       | X <sub>29</sub>      |
| 30.   | Удельный вес ведомственного транспорта в горном регионе  | %                        | X <sub>30</sub>      |
| 31.   | Количество транспорта индивидуального пользования на тысячу жителей в горном регионе                             | ед.                      | X <sub>31</sub>      |
| 32.   | Число прибывших жителей в населенный пункт горного региона   | тыс. чел.                | X <sub>32</sub>      |
| 33.   | Число выбывших жителей из населенного пункта горного региона   | тыс. чел.                | X <sub>33</sub>      |
| 34.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от центра джамоата в горном регионе          | ед.                      | X <sub>34</sub>      |
| 35.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от центра джамоата в горном регионе          | ед.                      | X <sub>35</sub>      |
| 36.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамоата в горном регионе         | ед.                      | X <sub>36</sub>      |
| 37.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 50 км от центра джамоата в горном регионе      | ед.                      | X <sub>37</sub>      |
| 38.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от райцентра в горном регионе                | ед.                      | X <sub>38</sub>      |
| 39.   | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 6-20 км от   | ед.                      | X <sub>39</sub>      |



|     |  |     |                 |
|-----|--|-----|-----------------|
|     | райцентра в горном регионе   |     |                 |
| 40. | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от райцентра в горном регионе     | ед. | X <sub>40</sub> |
| 41. | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 51-100 км от райцентра в горном регионе    | ед. | X <sub>41</sub> |
| 42. | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 100 км от райцентра в горном регионе | ед. | X <sub>42</sub> |
| 43. | Расположение и количество райцентров, на расстоянии до 100 км от областного центра в горном регионе    | ед. | X <sub>43</sub> |
| 44. | Расположение и количество райцентров, на расстоянии более 100 км от областного центра в горном регионе | ед. | X <sub>44</sub> |

Таблица 2.

Перечень факторов, влияющих на спрос транспортно-технологической системы обслуживания населения горных регионов в услугах автобусных сообщений, после второй стадии отбора

| № п/п   | Показатели  | Ед. изм.                 | Условное обозначение |
|---|---|--------------------------|----------------------|
| <b>Согдийская область</b>                           |   |                          |                      |
| 1.  | Среднее количество больничных коек на 1000 жителей в горном регионе                                     | ед.                      | X <sub>13</sub>      |
| 2.  | Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе                                   | чел.                     | X <sub>19</sub>      |
| 3.  | Удельный вес ведомственного транспорта в горном регионе   | %                        | X <sub>30</sub>      |
| 4.  | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от центра джамота в горном регионе  | ед.                      | X <sub>34</sub>      |
| <b>Хатлонская область</b>                           |   |                          |                      |
| 1.  | Среднемесячная заработная плата работника населения горного региона                                     | сомони                   | X <sub>1</sub>       |
| 2.  | Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в горном регионе                                       | тыс. сомони              | X <sub>3</sub>       |
| 3.  | Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе                  | чел.                     | X <sub>20</sub>      |
| 4.  | Плотность размещения населенных пунктов в горном регионе  | ед./тыс. км <sup>2</sup> | X <sub>24</sub>      |
| 5.  | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамота в горном регионе | ед.                      | X <sub>36</sub>      |
| <b>Горно-Бадахшанская автономной области (ГБАО)</b> |   |                          |                      |
| 1.  | Объем товарооборота на душу населения в горном регионе  | сомони                   | X <sub>8</sub>       |
| 2.  | Количество общеобразовательных школ (лицеев) на один населенный пункт в горном регионе                  | ед.                      | X <sub>18</sub>      |
| 3.  | Количество транспорта индивидуального пользования на тысячу жителей в горном регионе                    | ед.                      | X <sub>31</sub>      |
| 4.  | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамота в горном регионе | ед.                      | X <sub>36</sub>      |
| 5.  | Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 100 км от райцентра в горном регионе  | ед.                      | X <sub>42</sub>      |
| <b>Районы республиканского подчинения (РРП)</b>     |   |                          |                      |
| 1.  | Плотность транспортно-технологической сети автомобильных дорог в горном регионе                         | км/км <sup>2</sup>       | X <sub>14</sub>      |
| 2.  | Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе                                   | чел.                     | X <sub>19</sub>      |
| 3.  | Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе                  | чел.                     | X <sub>20</sub>      |
| 4.  | Средний размер населенных пунктов в горном регионе  | чел.                     | X <sub>26</sub>      |
| 5.  | Число прибывших жителей в населенный пункт горного региона  | тыс. чел.                | X <sub>32</sub>      |

Чтобы построить многофакторную регрессионную модель результативного признака подвижности населения по областям республики и районам республиканского подчинения, производим отбор факторов, и полученные результаты для построения эко-

номико-математических моделей представим в таблице 3.

В целом разработанные экономико-математические модели нами предложены в таблице 3.

Таблица 3.

Экономико-математические модели<sup>11</sup> формирования спроса транспортно-технологической системы обслуживания населения горных регионов в услугах автобусных сообщений

| № п/п   | Вид экономико-математической модели   | Основные параметры   |
|---|---|--|
| <b>Согдийская область</b>                           |   |  |
| 1.  | $Y = 793,3 - 60,78 * X_{13} - 3,47 * X_{19} + 19,58 * X_{30} + 4,445 * X_{34}$ <p>Коэффициент корреляции<br/> <math>R_B = 0,99115</math></p> <p>Коэффициент детерминации:<br/> <math>D = (R_B)^2 * 100\% = (0,99115)^2 * 100\% = 98,2378\%</math>.</p> <p>Проверка нулевых гипотез с помощью случайной величины F, имеющей распределение Фишера-Снедекора.<br/> <math>F_{набл} = 27,869</math>, <math>F_{крит}(0,05; 4; 2) = 19,2</math>.<br/> <math>F_{набл} &gt; F_{крит}</math></p>                    | <p>У- Объем спроса населения на услуги пассажирского автомобильного транспорта в горном регионе, млн. пассажиров;</p> <p><math>X_{13}</math>- Среднее количество больничных коек на 1000 жителей в горном регионе, ед.;</p> <p><math>X_{19}</math> - Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе, чел.;</p> <p><math>X_{30}</math>-Удельный вес ведомственного транспорта в горном регионе, %;</p> <p><math>X_{34}</math> - Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии до 5 км от центра джамоата в горном регионе, ед.</p>   |
| <b>Хатлонская область</b>                           |   |  |
| 2.  | $Y = -3842 - 0,04048 * X_1 + 0,01243 * X_3 - 0,006899 * X_{20} + 61,95 * X_{24} + 0,1132 * X_{36}$ <p>Коэффициент корреляции<br/> <math>R_B = 0,99979</math>.</p> <p>Коэффициент детерминации:<br/> <math>D = (R_B)^2 * 100\% = (0,99979)^2 * 100\% = 99,958\%</math>.</p> <p>Проверка нулевых гипотез с помощью случайной величины F, имеющей распределение Фишера-Снедекора.<br/> <math>F_{набл} = 472,47</math>, <math>F_{крит}(0,05; 5; 1) = 230</math>.<br/> <math>F_{набл} &gt; F_{крит}</math></p> | <p>У- Объем спроса населения на услуги пассажирского автомобильного транспорта в горном регионе, млн. пассажиров;</p> <p><math>X_1</math> – Среднемесячная заработная плата работника населения горного региона, сомони;</p> <p><math>X_3</math> – Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в горном регионе, тыс. сомони;</p> <p><math>X_{20}</math> – Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе, человек;</p> <p><math>X_{24}</math> – Плотность размещения населенных пунктов в горном регионе, ед./тыс. км<sup>2</sup>;</p> <p><math>X_{36}</math> – Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамоата в горном регионе, ед.</p>                |
| <b>Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО)</b> |   |  |
| 3.  | $Y = -16,12 + 0,2941 * X_8 - 10,59 * X_{18} + 0,1279 * X_{31} + 0,05974 * X_{36} + 0,153 * X_{42}$ <p>Коэффициент корреляции<br/> <math>R_B = 0,99973</math></p> <p>Коэффициент детерминации:<br/> <math>D = (R_B)^2 * 100\% = (0,99973)^2 * 100\% = 99,946\%</math>,</p> <p>Проверка нулевых гипотез с помощью случайной величины F, имеющей распределение Фишера-Снедекора.<br/> <math>F_{набл} = 370,19</math>, <math>F_{крит}(0,05; 5; 1) = 230</math>.<br/> <math>F_{набл} &gt; F_{крит}</math></p>  | <p>У- Объем спроса населения на услуги пассажирского автомобильного транспорта в горном регионе, млн. пассажиров;</p> <p><math>X_8</math>- Объем товарооборота на душу населения в горном регионе, сомони;</p> <p><math>X_{18}</math>-Количество общеобразовательных школ (лицеев) на один населенный пункт в горном регионе, ед.;</p> <p><math>X_{31}</math>- Количество транспорта индивидуального пользования на тысячу жителей в горном регионе, ед;</p> <p><math>X_{36}</math>- Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии 21-50 км от центра джамоата в горном регионе, ед;</p> <p><math>X_{42}</math>- Расположение и количество населенных пунктов, на расстоянии более 100 км от райцентра в горном регионе, ед.</p> |
| <b>Районы республиканского подчинения (РПИ)</b>     |   |  |
| 4.  | $Y = 393,5 + 3429 * X_{14} + 0,4288 * X_{19} - 0,003837 * X_{20} - 0,0728 * X_{26} + 6,844 * X_{32}$ <p>Коэффициент корреляции<br/> <math>R_B = 0,99985</math></p> <p>Коэффициент детерминации:<br/> <math>D = (R_B)^2 * 100\% = (0,99985)^2 * 100 = 99,97\%</math>.</p> <p>Проверка нулевых гипотез с помощью случайной величины F, имеющей распределение Фишера-Снедекора.<br/> <math>F_{набл} = 665,85</math>, <math>F_{крит}(0,05; 5; 1) = 230</math>.<br/> <math>F_{набл} &gt; F_{крит}</math></p>   | <p>У- Объем спроса населения на услуги пассажирского автомобильного транспорта в горном регионе, млн. пассажиров;</p> <p><math>X_{14}</math>-Плотность транспортно-технологической сети автомобильных дорог в горном регионе, км/км<sup>2</sup>;</p> <p><math>X_{19}</math>-Среднее количество обучающихся в одной школе (лицее) в горном регионе, чел.;</p> <p><math>X_{20}</math> - Количество обучающихся в средне-специальных учебных заведениях (СПТУ) в горном регионе, чел.;</p> <p><math>X_{26}</math> - Средний размер населенных пунктов в горном регионе, чел.;</p> <p><math>X_{32}</math> - Число прибывших жителей в населенный пункт горного региона, тыс. чел.</p>  |

<sup>11</sup>Экономико-математические модели формирования спроса транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона в услугах автобусных сообщений, рассчитано автором по программе Regre 2.8 - Программа проведения множественного корреляционно-регрессионного анализа.

Обобщенная оценка полученных результатов показывает, что разработанные экономико-математические модели по областям и районам республиканского подчинения адекватны реальному процессу и статистически значимы.

В целом можно сформулировать вывод о том, что разработанные экономико-математические модели позволяют формировать потребность населения в услугах ПАТП и на этой основе разработать приоритеты по их удовлетворению в условиях горной местности Республики Таджикистан.

### Литература:

1. Артюхов В.Г. Совершенствование пассажирских автомобильных перевозок в сельской местности исходя из социально-экономических потребностей села/ В.Г. Артюхов.- М.,1987.- 40с.
2. Будрина Е.В. Проблемы формирования и управления развитием региональным рынком транспортных услуг // Е.В. Будрина. – СПб.: СПбГИЭУ, 2002. -321с.
3. Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.В. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании/ Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Е.В. Левин.- Киев: НАУКОВА Думка,1974. - 254 с.
4. Леонтьев Р.Г. Формирование единой региональной транспортной системы // Р.Г. Леонтьев. - М.: Наука, 1987. - 152с.
5. Парахонский Б.М., Саболин В.А. Распределение пассажирских перевозок по видам транспорта и их районирование/Б.М. Парахонский, В.А. Саболин. - М.: Транспорт, 1989-128 с.
6. Пасханер И.С., Яблочник А.Л. Общая теория статистики. Для программного обучения. /Под ред. проф. М.М. Юзбашева.- 2-е из.-М.: Финансы и статистика,1983.-432 с.
7. Раджабов Р.К., Рауфи А., Азизов Ф.Х. Исследование спроса и предложения на рынке транспортных услуг/Р.К. Раджабов, А. Рауфи, Ф.Х. Азизов. // Вестник Таджикского национального университета. Серия экономических наук.-Душанбе: «Сино», 2014, №2/4 (138).-С.52-56.
8. Сангинов О.К. Формирование и развитие рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта горных регионов. Дисс...докт.экон.наук.- Душанбе, 2003.-330с.
9. Сангинов О.К. Пассажирский автомобильный транспорт и социально-экономическое развитие горных регионов // О.К. Сангинов. – Душанбе: Ирфон, 1999. - 70с.
10. Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов // О.К. Сангинов. - Душанбе: Ирфон, 2002. – 135с.;
11. Экономико-математические модели формирования спроса транспортно-технологической системы обслуживания населения горного региона в услугах автобусных сообщений, рассчитано автором по программе Regre 2.8 - Программа проведения множественного корреляционно-регрессионного анализа.
12. Фохаков А.С., Ашууров К.Р. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), №2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 80-86.
13. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Ходжаев П.Д. Функционирование и развитие системы оказания транспортных услуг населения горного региона.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 136-141.
14. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т. Теоретические аспекты, системы оказания транспортных услуг населения горного региона в условиях рыночной экономики.// Вестник ТГУ им. акад. М.С. Осими, Т.2 №1 (37) – 2017г., стр. 71-81.
15. Фохаков А.С., Ашууров К.Р. Влияние факторов и выбор критериев автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 121-127.
16. Фохаков А.С., Ашууров К.Р., Ашууров А.М. Влияние потенциала транспортной инфраструктуры на развитие горных регионов Республики Таджикистан.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 142-149.
17. Фохаков А.С., Ашууров К.Р., Абдуллоев Х.К. Проблема выбора населения горного региона способа передвижений.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/8, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 93-97.
18. Фохаков А.С., Мирзоева Н.Ш., Джалилов У.Дж. Новые информационные технологии на автомобильном транспорте.// Известия Академии наук Республики Таджикистан (научно-теоретический журнал). № 1 (249), Душанбе: 2018г., стр. 99-102.
19. Фохаков А.С., Каримов А.А. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикис-

тана.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1 (41)– 2018г. стр.198-208.

20. Сангинов О.К., Фохаков А.С. Теоретико-методологические основы повышения эффективности транспортного обслуживания сельского населения горного региона в условиях рыночной экономики.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №1 (13) – 2011г., стр. 104-109.

21. Фохаков А.С., Саидов К.Т., Зайниддинов Т.Н., Сайдалиев А.С. Теоретические аспекты оценки потенциала в пассажирской транспортной системе города Душанбе.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (31) – 2015г., стр. 164-171.

22. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Сайдалиев А.С. Теоретические основы формирования и развития ресурсного потенциала рынка транспортных услуг города Душанбе.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (35) – 2016г., стр. 58-65.

#### **МОДЕЛИ ИҚТИСОДӢ-МАТЕМАТИКИИ ТАШАККУЛИ ТАЛАБОТИ СИСТЕМАИ НАҚЛИӢТӢ-ТЕХНОЛОГИИ АҲОЛИИ МИНТАҚАҲОИ КӢҲСОР БА ХИЗМАТИ РОБИТАҲОИ АВТОБУСӢ**

*А.С. Фохаков*

Дар мақолаи мазкур чанбаҳои назариявии таъсири омилҳои асосӣ ба рақобатпазирӣи потенциали маҷмӯи нақлиётӣ-технологии минтақаҳои кӯҳсор дида баромада шудааст. Муҳимияти нишондоди минтақавии омилҳо, таъсири он ба талаботи маҷмӯи нақлиётӣ-технологии системаи хизматрасонии минтақаҳои кӯҳсор ба автобусҳо, инчунин мушкилоти рушди системи нақлиётӣи аҳолии минтақаҳои кӯҳсор муайян карда шудааст. Модели иқтисодӣ-математикии ташакулёбии талабот нисбат ба маҷмӯи нақлиётӣ-технологии хизматрасонӣ ба аҳолии минтақаҳои кӯҳсор бо автобусҳо ҳисоб карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** нақлиёти автомобилӣ, самаранокии қор, моделкунонӣ, хизматрасонии нақлиётӣ, хизматрасонии маҷмӯи нақлиётӣ-технологӣ, минтақаҳои кӯҳсор, нақ-

лиёти мусофирбар, рушди система, комплекси нақлиётӣ, таҳлили факторӣ.

#### **ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF FORMATION OF DEMAND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SERVICE SYSTEM OF POPULATION OF MOUNTAIN REGIONS IN BUS SERVICE SERVICES**

*A.S. Fokhakov*

The article discusses the theoretical aspects of the influence of the main factors on the competitiveness of the potential of transport and technological systems in mountain regions. The importance of indicators of regional factors affecting the demand for transport and technological services to the population of the mountain region in bus services, as well as the importance of the problem of a comprehensive program for the development of the transport system of the population of mountain regions. The economic and mathematical models of the formation of the demand of the transport and technological service system for the population of the mountain region in bus services have been calculated.

**Key words:** automobile transport, efficiency, modeling, transport service, transport and technological service system, mountain regions, passenger transport, system development, transport complex, factor analysis.

#### **Сведения об авторе:**

Фохаков Абдурауф Сайдалиевич – к.э.н., доцент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 90 научных и методических работ, область научных интересов – организация перевозок и управление на транспорте, моделирование на транспорте, научное направление проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии, контактная информация: тел. 919584238, E-mail: [fohakov68@mail.ru](mailto:fohakov68@mail.ru)

#### **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В КУРГАНТЮБИНСКОЙ ЗОНЕ ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*М.И. Исмоилов, Ф.М. Юнусов, П.Д. Ходжаев\**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*\*Таджикский государственный университет коммерции*

*В статье изучены некоторые аспекты инновационного развития рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта*

*с учетом возрождения общественного пассажирского автомобильного транспорта в Кургантюбинском регионе Хатлонской*

области. Изучены вопросы по обеспечению конкурентоспособности развития общественного пассажирского автомобильного транспорта и передовые методы организации пассажирских перевозок. Авторы считают, что переход от количества перевезенных пассажиров и пассажирооборота на показатель автобус-км в Хатлонской области является своевременным. Сущность показателя автобус-км заключается в том, что водители городских автобусов должны обеспечить регулярность перевозок, а не гонки за сбором выручки. В этом случае хукуматы городов должны дотировать недополученные доходы, если они окажутся в начальной стадии внедрения убыточными.

**Ключевые слова:** рынок услуг, пассажирский автомобильный транспорт, общественный транспорт, объем перевозок пассажиров, пассажирооборот, регулярность перевозок, выручка, убытки.

В условиях перехода экономики к рыночным отношениям современное пассажирское автотранспортное предприятие в значительной степени сталкивается со многими проблемами. Следует отметить, что из-за высокой степени сезонных колебаний спроса на автотранспортные услуги, усиления конкурентных отношений в отрасли, нехватки денежных средств на обновление устаревшего парка транспортных средств, недостаточного количества требуемых транспортных средств на маршрутах и других проблем не удовлетворяются потребности населения в полном и качественном транспортном обслуживании.

Основной целью функционирования и развития пассажирского автомобильного транспорта является организация перевозки населения с минимальными затратами труда, времени и денежных средств, с высоким комфортом и минимальной себестоимостью работы автотранспортных предприятий. То есть минимизация времени поездки, затрат на нее и комфорт являются основными приоритетными целями инновации на городском пассажирском автомобильном транспорте.

Автор работы [1, С. 3] считает, что существуют два сценарных варианта развития рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта:

1. Инерционный вариант развития пассажирского автомобильного транспорта, включающий реконструкцию и строительство дорог, модернизацию и обновление парка транспортных средств.

2. Инновационный вариант развития рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта, связанный с повышением потребности экономики и населения в услугах по высокоскоростным перевозкам пассажиров, расширением номенклатуры и повышением качества транспортных услуг на основе применения современных транспортных, логистических и инфокоммуникационных технологий, развитие новых форм организации транспортного процесса и взаимодействия между видами транспорта.

Переход к инновационному процессу развития городского общественного автомобильного транспорта необходим еще и потому, что:

1. До сих пор нет разграничений сфер деятельности городского и пригородного маршрутного автомобильного транспорта. Прежде всего, это справедливо для Кургантюбе, который окружен территориями других субъектов области.

2. По мере перехода западных стран к новым транспортным стратегиям происходит продажа устаревшего автомобильного хлама в Хатлонской области и других регионах Таджикистана.

Прогнозируемый облик системы городского общественного пассажирского транспорта, по нашему мнению, должен выглядеть следующим образом:

1. Автотранспортное планирование в регионах должно осуществляться с учетом оптимизации маршрутов движения общественного автотранспорта и сокращения времени на промежуточные и конечные остановки. Мы считаем, что весьма перспективным в данном аспекте считается внедрение модели «кратчайших расстояний в городе», способствующих разделению городов на различные зоны: жилая местность, трудовая, рекреационная, развивающие транспортные проблемы.

2. Повышение скоростных характеристик пассажирского автотранспорта, который считается ключевым звеном системы городского общественного автотранспорта.

3. Организация пассажирских автомобильных перевозок должна осуществляться на основе «интеллектуальный транспорт» и информационно-коммуникационных систем, позволяющих осведомлять оперативной информацией пассажиров о наиболее предпочтительных транспортно-пересадочных остановках.

Необходимым и достаточным условием инновации являются три в равной мере

важных ее свойства: научно-техническая новизна, производственная применимость, коммерческая реализуемость (способность удовлетворять рыночному спросу и приносить прибыль производителю). Понятие инновация - это не просто новшество, а такое, которое существенно повышает эффективность действующей транспортной системы» [2, С. 37]. Термины «инновация» и «инновационный процесс» не однозначны. Инновационный процесс «включает в себя деятельность, обеспечивающую создание инноваций, научно-технические услуги, маркетинговые исследования, разработку бизнес-плана проекта, оценку экономической эффективности инновации, подготовку и переподготовку кадров, организационную и финансовую деятельность» [3, С. 23].

Из сказанного выше следует, что инновацию (результат) нужно рассматривать неразрывно с инновационным процессом.

Задачи инноваций в общественной транспортной системе городов для заинтересованных в процессе перевозки лиц могут выглядеть следующим образом:

1. Для городских и местных органов власти, которые должны принять смелые перспективные планы по увеличению доли общественного транспорта в городских пассажирских перевозках и развивать устойчивую мобильность как часть своей комплексной городской программы;

2. Для инвесторов, которые должны поддержать транспортную систему города и помочь обеспечить устойчивую мобильность граждан как один из основных факторов развития.

В данной статье изучены аспекты инновационного развития рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта с учетом возрождения общественного пассажирского автомобильного транспорта в Кургантюбинском регионе Хатлонской области.

В настоящее время транспортное обслуживание населения Курган-Тюбе официально осуществляется на 9 городских и 45 пригородных маршрутах. На этих маршрутах для оказания услуг пассажирского автомобильного транспорта используются как микроавтобусы, так и легковые автомобили. Классические автобусы длиной более 9,5 м не используются в системе общественного транспорта, за исключением междугороднего маршрута Курган-тюбе – Душанбе. На пригородных маршрутах в направлениях Сарбанд и Вахш используются

автобусы малой вместимости, а также легковые автомобили.

Необходимо отметить, что управление и контроль транспортным сообщением в Хатлонской области осуществляется следующими организациями:

-Государственное дочернее предприятие „Автомобильный транспорт и логистическое обслуживание" Курган-тюбинского региона;

-Государственная служба по надзору и регулированию в сфере транспорта Кургантюбинского региона.

В связи с тем, что все транспортные средства, оказывающие услуги пассажирского автомобильного транспорта по ряду причин не имеют соответствующие лицензии, их количество не может быть определено достаточно точно. Приблизительно оказанием транспортных услуг на городских маршрутах занимаются 300 - 350 единиц пассажирских транспортных средств различных марок, в том числе 60 микроавтобусов марки Mercedes Benz-Sprinter вместимостью 15 пассажиров. Остальную часть пассажирского парка составляют легковые автомобили различных марок. Среднедневной объем перевозок составляет примерно 8-9 тысяч пассажиров. В пригородных маршрутах пассажиров обслуживают в основном легковые автомобили.

В городе имеются 4 частные пассажирские терминалы по обслуживанию пригородных маршрутов. В таблице 1 приведен список перевозчиков, обслуживающих маршруты общественного транспорта в г. Курган-Тюбе и близлежащих поселках города.

Таблица 1.  
Перечень пассажирских автотранспортных предприятий Кургантюбинского региона

| № | Наименование ПАТП         | Место нахождения |
|---|---------------------------|------------------|
| 1 | ООО «АТП - 17»            | Курган-Тюбе      |
| 2 | ООО Терминал «Восток»     | Вахш             |
| 3 | ООО Станции «Шариф»       | Курган-Тюбе      |
| 4 | ООО Терминал «Хочи Шариф» | Курган-Тюбе      |
| 5 | ООО «Мусофирбар»          | Курган-Тюбе      |
| 6 | ООО «Кургонтеппа наклиёт» | Курган-Тюбе      |
| 7 | ООО «Хатлонтранс»         | Курган-Тюбе      |
| 8 | ООО «Успех»               | Сарбанд          |
| 9 | ООО «Кургонтеппа –Транс»  | Курган-Тюбе      |

Источник: Отчётные данные Государственной службы по надзору и регулированию в сфере транспорта Хатлонской области в 2017 г.

Следует отметить, что на действующих маршрутах составлены расписания и схемы движения автобусов, но при этом не соблюдается график движения. В процессе обследования не удалось разграничить транспортные средства, используемые в качестве общественного транспорта или частного транспорта, работающего без лицензии.

При обследовании установлено, что значительная часть транспортных средств не отрабатывают установленный режим работы, выполнив всего 5, а в некоторых случаях выполняют по 1-2 рейса в смену.

Как известно, лицензирование видов деятельности и сертификация продукции и услуг успешно зарекомендовали себя формами организации производительной деятельности в развитых странах мира. В соответствии с законодательством Республики Таджикистан о лицензии некоторых видов деятельности лицензии выдаются сроком от одного до пяти лет.

Размеры платы за выдачу лицензии на 2018 год таковы:

-200 сомони - разовый сбор за подачу заявления на оказание пассажирских перевозок;

-500 сомони - за лицензию за деятельность в течение до 5 лет.

Пассажирское автотранспортное предприятие, получившее лицензию на эксплуатацию маршрута, само ищет операторов, которые будут осуществлять перевозки.

Операторы оплачивают компании плату за осуществление перевозок на маршруте. Пассажирское автотранспортное предприятие предоставляет отчет о выполненных перевозках в вышестоящую организацию.

Тариф на перевозки пассажиров разрабатывается Научно-исследовательским институтом транспорта, утверждается Министерством транспорта и согласуется с Антимонопольным комитетом при Правительстве Республики Таджикистан. Министерство труда и социальной защиты устанавливает группы пассажиров, имеющих льготы на проезд в общественном транспорте. Такие группы включают в себя инвалидов, ветеранов Великой Отечественной войны, участников восстановления Чернобыльской АЭС, детей-сирот и т.д. В таблице 2 ниже приведены тарифы на перевозку пассажиров на 2017 год.

Таблица 2.

Тарифы на перевозку пассажиров в Курган-Тюбе на 2017 г.

| № | Тип поездки  | Цена (сомони)            |
|---|--|--------------------------|
| 1 | Поездка в микроавтобусе в пределах г. Курган-Тюбе                  | 1 сомони                 |
| 2 | Поездка на легковом автомобиле в пределах г. Курган-Тюбе           | 2 сомони                 |
| 3 | Поездка на грузопассажирском автомобиле из Курган-Тюбе в Сарбанд   | 3 сомони                 |
| 4 | Поездка на легковом маршрутном автомобиле из Курган-Тюбе в Сарбанд | 4 сомони                 |
| 5 | Поездка на легковом автомобиле-такси из Курган-Тюбе в Сарбанд      | Приблизительно 10 сомони |

*Источник: Отчётные данные Государственной службы по надзору и регулированию в сфере транспорта Хатлонской области в 2017 г.*

На основе обзора литературы по исследуемому вопросу, результатов проведенного анализа в предыдущих статьях и обследования пассажиропотока Кургантюбинского региона можно сформировать и определить стратегию инновационного развития рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта, которая содержит следующие положения:

-развитие государственного сектора общественного пассажирского автомобильного транспорта;

-создание и развитие управляющих информационно-навигационных систем на базе спутниковых технологий;

-развитие системы электронного контроля оплаты проезда;

-внедрение энергосберегающих технологий на транспорте;

-создание и развитие интеллектуальной транспортной системы;

-переход на долгосрочные государственные программы на выполнение работ по проектированию, строительству дорог и разработка сети общественного пассажирского автомобильного транспорта с длительным производственным циклом;

-выявление резервов автотранспортных предприятий для наиболее рационального ее использования;

-снижение себестоимости автоперевозки пассажиров;

-экономически обоснованное планирование доходов, прибыли и др. финансовых ресурсов;

-определение финансовых взаимоотношений с вышестоящей организацией, бюджетом и банками;

-организация финансового контроля за деятельностью предприятий автомобильного транспорта.

В целом переход от количества перевезенных пассажиров и пассажирооборота на показатель автобус-км в Хатлонской области считаем своевременным.

Сущность показателя автобус-км заключается в том, что водители городских автобусов должны обеспечить регулярность перевозок, а не гонки за сбором выручки.

В этом случае хукуматы городов должны дотировать недополученные доходы, если они окажутся в начальной стадии внедрения убыточными.

Операторы могут написать излишние пассажиры или пассажира-километры, но не могут написать излишние автобусо-км, так как это связано со спидометром.

Таким образом, современные методы обследования пассажиропотоков на обслуживаемых маршрутах, разработка новых маршрутов движения, установление оптимальных транспортных тарифов, применение передовых методов организации перевозок пассажиров, соблюдение графика движения и выбор оптимального типа подвижного состава способствуют повышению качества транспортного обслуживания в Курган-тюбинском регионе Хатлонской области.

#### Литература:

1. Федоров В.А. Основные направления и проблемы развития инновационных процессов в городском пассажирском транспорте мегаполисов // Журнал. г. Санкт-Петербург.

2. Лapidус, Б.М., Мачерет Д.А. Эволюция железнодорожного транспорта: на пути к инновационному ренессансу // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. №1/2011.

3. Постановление Правительства Москвы от 02.09.2008 N 781-ПП «О городской целевой комплексной программе создания инновационной системы в городе Москве на 2008 - 2010 гг.

4. Отчётные данные Государственной службы по надзору и регулированию в сфере транспорта Хатлонской области в 2017 году. – АПСШРТ, 2017. – 234 с.

## ТАШАККУЛ ВА РУШДИ НАҚЛИЁТИ ЧАМЪИЯТӢ ДАР МИНТАҚАИ ҚҶРҒОНТЕППАИ ВИЛОЯТИ ХАТЛОН

*М.И. Исмоилов, Ф.М. Юнусов,  
П.Д. Ходжаев\**

Дар мақола баъзе аз чанбаҳои рушди инноватсионии бозори хизматрасониҳои нақлиёти автомобилии мусофирбар бо назардошти таҳаввулоти нақлиёти чамъиятӣ дар минтақаи Қўрғонтеппаи вилояти Хатлон дида баромада шудааст. Самтҳои муосири рушди нақлиёти мусофирбари чамъиятӣ ҷиҳати таъмини рақобатнокии бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилии мусофирбар пешниҳод карда шудааст. Муаллифон қайд менамоянд, ки воҳиди ҳисоби нишондиҳандаи натиҷавии кори нақлиёти автомобилии мусофирбар дар замони муосир мус.км ба автобус.км иваз карда шавад. Моҳияти тағйирдиҳии воҳиди ченаки нишондиҳандаи натиҷавии кори нақлиёт аз таъмини мунтазамнокии кори нақлиёти мусофирбар иборат аст. Дар ҳолати истифодаи воҳиди ченаки автобус.км Ҳукумати шаҳр бо мақсади таъмини сифати мусофирбарӣ ва рушди нақлиёти чамъиятӣ бояд як қисми хароҷоти нақлиётиро рӯйпӯш намояд.

**Калимаҳои калидӣ:** бозори хизматрасонӣ, нақлиёти автомобилии мусофирбар, нақлиёти чамъиятӣ, ҳаҷми мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, мунтазамнокии ҳаракат, фоида, зарар.

## THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF PUBLIC TRANSPORT IN QURGHONTEPPA ZONE OF KHATLON REGION

*M.I. Ismoilov, F.M. Yunusov, P.D. Khojaev*

In the article, some aspects of innovative development of the market for passenger road transport, taking into account the recovery of public passenger road transport in Kurgantube the region of Khatlon region. The article deals with ensuring the competitiveness of the market of passenger road transport services, taking into account the development of public passenger road transport and new methods of organization of passenger transportation with modern technologies. The authors believe that the transition from the number of passengers and passenger traffic to the bus-km indicator in the Khatlon region is timely. The essence of the bus-km indicator is that city bus drivers should ensure the regularity of transportation, not the race for revenue collection. In this case, the Khukumat of cities should subsidize the lost



revenues if they are in the initial stage of implementation unprofitable.

**Key words:** the market of services of passenger motor transport, public transport, railway passenger traffic, passenger traffic, regular traffic, revenue, losses.

**Сведения об авторах:**

Исмоилов Махмуд Исокович – ст. преп. кафедры «Организация перевозок и

управление на транспорте». Конт. инф.: тел: 919140113, элект. почта [mahmud\\_7@inbox.ru](mailto:mahmud_7@inbox.ru)

Юнусов Фаридун Маъруфович – ст. преп. кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». Конт. инф.: тел: 935272141, элект. почта [fariduny@mail.ru](mailto:fariduny@mail.ru)

Ходжаев Парвиз Давронович – д.э.н., профессор Таджикского государственного университета коммерции. Тел.: 938607503.

## НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ МУСОФИРБАРИ ЧУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН ВА САМТҲОИ АФЗОИШИ САМАРАНОКИИ КОРИ ОН

*Р.Ҳ. Раҳимова*

*Донишқадаи ислмии Тоҷикистон ба номи Имоми Аъзам – Абӯҳанифа*

*Мақолаи мазкур ба фаъолияти нақлиёти автомобилӣ мусофирбар ва самтҳои баланд бардоштани самаранокӣ кори он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бахшида шудааст. Дар мақола нишондиҳандаҳои ҳаҷмии кори нақлиёти мусофирбарӣ ҷумҳурӣ дар давраи солҳои 2000 – 2016 таҳлил карда шуда, имкониятҳо ва хусусиятҳои фарқкунандаи нақлиёти автомобилӣ мусофирбар асоснок карда шудааст. Бо сабаби амал кардани нақлиёти автомобилӣ давлатӣ ва хусусӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷараёни тағйирёбии теъдоди умумии воситаҳои нақлиётӣ дар ин секторҳо дар давраи солҳои 2006 – 2016 мавриди таҳлил қарор гирифтааст. Бинобар ин ки 44,1%-и ҳамаи ҳаҷми мусофирбарӣ ҷумҳурӣ бо нақлиёти мусофирбарӣ шаҳри Душанбе амалӣ мегардад, фаъолияти секторҳои давлатӣ ва хусусӣ нақлиёти автомобилӣ мусофирбарӣ шаҳр таҳлил шуда, камбудӣҳо ва мушкилот дар кори он муайян карда шудаанд ва бо мақсади мукамалкунии кори нақлиёти мусофирбар чорабиниҳои мушаххас пешниҳод шудаанд. Дар интиҳои мақола дар асоси натиҷаҳои таҳлили гузаронидашуда самтҳои афзоиши самаранокӣ кори нақлиёти автомобилӣ мусофирбар ва баландкунии рақобатнокӣ дар бозори дохилии хизматҳои нақлиётӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия шудаанд.*

**Калимаҳои калидӣ:** *ташиқилкунӣ, автомобил, интиқол, инфрасохтор. Идоракунии, мусофир, самаранокӣ, нақлиёт.*

Яке аз ҳадафҳои муҳими рушди иҷтимоӣ-иқтисодии Ҷумҳурии Тоҷикистон баланд бардоштани сифати ҳаёти мардум мебошад. Комеб шудан ба ин ҳадаф бо таъмини беҳатарии иқтисодӣ ва миллӣ, бавучудоварии таҳкурсии мустаҳками рақобатпазирӣ ва

интеграцияи Тоҷикистон ба иттиҳоди ҷаҳонӣ вобаста аст. Ҳалли ин масъалаҳо, дар навбати худ бидуни фаъолияти пойдор ва самаранокӣ соҳаи нақлиёт ҳамчун таркибдиҳандаи муҳимтарини инфрасохтори исехсоли ва иҷтимоии мамалакат ғайримкон аст.

Ба ҷамъияти муосир равандҳои пуршиддати коммуникатсионӣ махсуб аст. Аммо ҳамаи равандҳои ҳаракати модда, энергия ва иттилоот нисбат ба раванди ҳаракати одамон, ки бо нақлиёти мусофирбар амалӣ мегардад, дуоимдараҷа мебошанд. Нақлиёти мусофирбар ҷузъи муҳими системаи нақлиётӣ мебошад. Нақлиёти мусофирбарӣ муосир интиқоли одамон, бори дастӣ ва бағочӣ онҳоро дар самтҳои мухталиф таъмин менамояд.

Мусофирбарӣ бо намудҳои мухталифи нақлиёт амалӣ мегардад. Тафовутҳои намудии нақлиёт ба технологияи истифодашавандаи интиқол, тарзҳои хизматгузорӣ ба мусофирон дар роҳ, тадбирҳои танзими давлатии фаъолияти интиқолдиҳандагон, суръати интиқол ва дараҷаи тарифҳо таъсири назаррас мерасонад. Ҳоло дар Ҷумҳурии Тоҷикистон намудҳои зерини нақлиёти мусофирбар фаъолият мекунанд: нақлиёти роҳи оҳан, нақлиёти ҳавоӣ, нақлиёти автомобилӣ ва нақлиёти барқӣ (троллейбус). Нишондиҳандаҳои ҳаҷмии кори нақлиёти мусофирбарӣ ҷумҳурӣ дар чадвалҳои 1 ва 2 оварда шудаанд. Таҳлили иттилооти овардашуда аз он шаҳодат медиҳад, ки:

-дар давраи солҳои 2000 – 2016 ҳаҷми мусофирбарӣ дар ҳамаи намудҳои нақлиёт ба 3,78 маротиба ва гардиши мусофирон 5,78 маротиба афзудааст;

-ҳаҷми мусофирбарӣ дар нақлиёти роҳи оҳан 90% ва гардиши мусофирон 75% кам шудааст;

-дар нақлиёти автомобилӣ ва нақлиёти ҳавоӣ тамоюли афзоиши ҳаҷми мусофирбарӣ мушоҳида мешавад. Аз ҷумла дар нақлиёти ҳавоӣ мусофирбарӣ 4 маротиба ва дар нақлиёти автомобилӣ 4,56 маротиба афзудааст;

-гардиши мусофирон дар нақлиёти автомобилӣ 6,3 маротиба ва дар нақлиёти ҳавоӣ 7, 5 маротиба афзудааст;

-дар нақлиёти барқӣ ҳаҷми мусофирбарӣ 60,2% ва гардиши мусофирон 58,13% кам шудааст, лек аз соли 2008 тамоюли афзоиши на чандон зиёд мушоҳида мешавад.

Ҷадвали 1.

Ҷараёни таҳвили ҳаҷми мусофирбарӣ дар намудҳои мухталифи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон (млн. мусофир)

| № | Намуди нақлиёт      | Солҳо |        |       |       |       |              |
|---|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------------|
|   |                     | 2000  | 2004   | 2008  | 2012  | 2016  | 2016/2000, % |
| 1 | Нақлиёти роҳи оҳан  | 1     | 0.7    | 0,8   | 0,6   | 0,1   | 10,0         |
| 2 | Нақлиёти ҳавоӣ      | 0.2   | 0.56   | 0,7   | 0,8   | 0,8   | 4,0 мар.     |
| 3 | Нақлиёти автомобилӣ | 122.8 | 337.7  | 443,4 | 534,4 | 560,7 | 4,56 мар.    |
| 4 | Нақлиёти барқӣ      | 27.4  | 21.9   | 10,1  | 10,2  | 10,9  | 39,8         |
|   | Ҳамагӣ              | 151.4 | 360.86 | 455,0 | 546,0 | 572,9 | 3,78 мар.    |

Ҷадвали 2.

Ҷараёни таҳвили гардиши мусофирон дар намудҳои мухталифи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон (млн. мусофир.км)

| № | Намуди нақлиёт      | Солҳо |        |        |        |        |           |
|---|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|
|   |                     | 2000  | 2004   | 2008   | 2012   | 2016   | 2016/2000 |
| 1 | Нақлиёти роҳи оҳан  | 73    | 149.9  | 57,0   | 31,0   | 18,4   | 25,2      |
| 2 | Нақлиёти ҳавоӣ      | 302   | 1151.5 | 1500   | 2150   | 2259,1 | 7,48 мар. |
| 3 | Нақлиёти автомобилӣ | 1085  | 4498   | 6467,1 | 6864,1 | 6819,0 | 6,28 мар. |
| 4 | Нақлиёти барқӣ      | 123   | 97.9   | 47,6   | 48,5   | 51,5   | 41,87     |
|   | Ҳамагӣ              | 1583  | 5897,3 | 8071,7 | 9093,6 | 9148,0 | 5,78 мар. |

Қайд кардан зарур аст, ки ҳар як намуди нақлиёт соҳаи афзалноки истифодаи худро дорад ва новобаста аз мустақилияти маъмурӣ-ҳочагӣ ҳамаи намудҳои нақлиёт бо ҳам дар сатҳи муайян ҳамкорӣ менамоянд, дар робитаҳои омехта кори худро ҳамонам месозанд. Бо як қатор сабабҳо, аз ҷумла, рельефи кӯҳӣ доштани Ҷумҳурии Тоҷикистон, маҳдудиятҳои муайяни дар тараққиёти намудҳои дигари нақлиёт мавҷудбуда, инчунин афзалиятҳои ба нақлиёти автомобилӣ хосбуда нақлиёти автомобилӣ ҷойи асосиро ишғол менамояд. Илова бар ин нақлиёти автомобилӣ мусофирбар имкониятҳо ва хусусиятҳои фарқкунандаи зерин дорад:

-имконияти барқароркунии робитаи нақлиётӣ дар тамоми мавзеи шаҳр, ноҳия, мамлакат;

-суръати нисбатан баланди ҳаракат (автомобилҳои сабукрав ва микроавтобусҳо), бароҳати ва ҳаловатнокии сайр;

-имконияти мустақилона кор кардан бидуни иштироки намудҳои дигари нақлиёт;

-имконияти хизматгузори шабонарӯзӣ ба мусофирон аз рӯи самтҳои нақлиёт;

-эҳтиёҷоти начандон калони сармоя, хароҷоти ибтидоии начандон калон барои азхудкунии сайрхатҳои нав;

-интиқоли мусофирон ва бағоч аз маҳалли ирсол то маҳалли таъйинот (принсипи «аз дар то дар»);

-имконияти истифодаи сайрхатҳои кӯтоҳқардашуда, зудрас ва экспрессӣ;

-манёврнокии баланд.

Қобили қайд аст, ки дар тӯли солҳои зиёд дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ду системаи нақлиёти автомобилӣ амал мекард: нақлиёти автомобилӣ истифодаи умум ва нақлиёти автомобилӣ тобеи идораҳо ва ин ҳар ду системаи нақлиётӣ системаҳои давлатӣ буданд. Бо гузариш ба иқтисодиёти бозоргонӣ равандҳои ғайридавлатикунонӣ ва хусусигардонии моликияти давлатӣ оғоз ёфт. Дар ҳамҷоягӣ бо сиёсати оқилонаи нақлиётӣ ин боиси рушди рақобат мегардад ва дар натиҷа сабабгори афзоиши самаранокии кори системаҳои мухталифи нақлиёти автомобилӣ, беҳдошти хизматгузори нақлиётӣ аҳоли мешавад. Ҳоло дар қатори системаи нақлиёти автомобилӣ давлатӣ системаи нақлиёти автомобилӣ хусусӣ амал мекунад. Теъдоди умумии воситаҳои нақлиётӣ системаҳои нақлиёти давлатӣ ва хусусӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2006 – 2016, ки дар ҷадвали 3 оварда шудааст, аз он гувоҳӣ медиҳад, ки:

-агар дар давраи таҳлилшаванда теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар ҷумҳурӣ 77,11% ва теъдоди воситаҳои нақлиёти хусусӣ 94,67% афзуда бошад, теъдоди воситаҳои нақлиёти давлатӣ 23,79% кам шудааст;

-дар теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ танҳо 5,8%-аш воситаҳои нақлиёти давлатӣ ва 94,2%-аш воситаҳои

нақлиёти хусусӣ мебошанд. Лек бояд дар назар дошт, ки дар теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ 86%-ро автомобилҳои сабукрав ташкил медиҳанд, ки қисми асосии онҳо автомобилҳои сабукрави шахсӣ мебошанд, 3,7%-ро автобусҳои мухталиф ва 9%-ро автомобилҳои боркаш ташкил медиҳанд.

Чадвали 3.

Чараёни тағйирёбии теъдоди воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон

| № | Теъдоди воситаҳои нақлиёти автомобилӣ, адад | Солҳо  |        |        |        |        |        | 2016/2006, % |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|
|   |   | 2006   | 2008   | 2010   | 2012   | 2014   | 2016   |              |
| 1 | Нақлиёти давлатӣ                            | 33544  | 30062  | 26936  | 26258  | 26206  | 25565  | 76,21        |
| 2 | Нақлиёти хусусӣ (шахсӣ)                     | 212867 | 274157 | 330933 | 363134 | 404396 | 414407 | 194,67       |
| 3 | Ҳамагӣ                                      | 248417 | 306227 | 359879 | 389392 | 430602 | 439972 | 177,11       |

Мавриди назар аст, ки зиёда аз 15%-и тамоми воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ва зиёда аз 24%-и автобусҳои мухталиф ба шаҳри Душанбе рост меояд ва 44,1%-и ҳамаи ҳаҷми мусофирбарии ҷумҳурӣ бо нақлиёти мусофирбарии шаҳри Душанбе амалӣ мегардад. Аз ин лиҳоз, фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳри Душанберо мавриди таҳлил қарор додем.

Дар ш. Душанбе мусофирбарӣ тавасути автобусҳо, троллейбусҳо, микроавтобусҳо ва автомобилҳои сабукрави таксӣ ташкил карда мешавад. Хизматгузори мусофирон дар ш. Душанбе бо нақлиёти сектори давлатӣ (коммуналӣ) ва сектори хусусӣ амалӣ мегардад. Ба сектори давлатӣ муссиаҳои зерин мансубанд: КВД “Автобус-1”, “Автобус-2”, “Автобус-3” ва “Троллейбус”. Ҳамзамон дар ш. Душанбе 22 муассисаи нақлиёти автомобилӣ мусофирбар дар сектори хусусӣ фаъолият мебаранд. Таҳлили парки воситаҳои нақлиёти дар ш. Душанбе нишон медиҳад, ки:

-дар сектори давлатӣ дар чор муассисаи нақлиёти автомобилӣ 484 адад воситаи нақлиётӣ мавҷуд аст, ки аз он 274 ададаш, яъне 56,6% - воситаҳои нақлиётӣ коршоям мебошанд. Нисбат ба соли гузашта (охири соли 2016) теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти мусофирбар 144 адад ва воситаҳои нақлиётӣ коршоям 135 адад дар сектори давлатӣ кам шудаанд;

-дар сектори хусусӣ ҳамагӣ ҳоло 2760 адад автобусҳои хурд тибқи шартнома фаъолият мекунад, ки аз ин теъдод 1962 ададаш, яъне 71,1%, ки ҳар рӯз ба сайрхатҳо мебароянд, автобусҳои хурди коршоям мебошанд. Бояд таъкид кард, ки то соли 2017 суръати афзоиши ҷӣ теъдоди воситаҳои нақлиётӣ хусусӣ ва ҷӣ ҳаҷми мусофирбарӣ

дар сектори хусусӣ нисбат ба сектори давлатӣ ҳамеша зиёд буд. Лекин дар соли 2017 бо сабаби воридкунии баъзе маҳдудиятҳо ва талабот камшавии теъдоди воситаҳои нақлиётӣ дар сектори хусусӣ ба назар мерасанд;

-агар ҳиссаи воситаҳои нақлиётӣ коршоям дар сектори давлатӣ 56,6%-ро ташкил диҳад, дар сектори хусусӣ бошад, 71,1%-ро ташкил медиҳад;

-ҷамъулҷамъ дар ш. Душанбе, яъне дар сектори давлатӣ ва сектори хусусӣ 3244 адад воситаи нақлиётӣ мавҷуд аст, ки аз он 2236 ададаш, яъне 68,9%-ро воситаҳои нақлиётӣ коршоям ташкил медиҳанд;

-камшавии теъдоди воситаҳои нақлиётӣ мусофирбар ҷӣ дар сектори давлатӣ ва ҷӣ дар сектори хусусӣ боиси натиҷаҳои номатлуб мешаванд, аз ҷумла саривақт ва бо сифати матлуб қонеъ нагардонидани эҳтиёҷоти аҳоли дар интиқол.

Ишора бояд кард, ки асосан аз соли 2000-ум оғоз намуда, дар ш. Душанбе афзоиши босуръати истифодаи нақлиёти автомобилӣ шахсӣ ба назар мерасад. Ин бо сабабҳои зерин сурат мегирад:

-афзоиши даромади аҳоли;

-афзоиши теъдоди муҳочирон;

-адами истифодаи ҳуқуқҳо аз ҷониби органҳои танзимкунанда;

-сармояҳои нокифоя барои рушди системаи давлатии нақлиёти шаҳрӣ.

Аз нуктаи назари технологӣ автомобилҳои сабукрав барои амалисозии усули инфиродии хизматгузори нақлиётӣ таъйин шудаанд, ки ин имкон медиҳад, то мусофир тибқи низоми “аз дар то дар” ба макони матлуб расонида шавад. Хизматгузори инфиродӣ имкон медиҳад, ки ҳангоми сафар

бароҳатии ҳадалаксар барои мусофир фароҳам карда шавад ва инчунин вақт ва қуввати мусофир сарфаҷӯёна истифода гардад. Аз тарафи дигар, харочоти мусофирбарӣ бо автомобилҳои сабукрав нисбат ба автобусҳо бештар аст, илова бар ин, истифодаи васеи автомобилҳои сабукрав боиси бадшавии вазъи экологӣ мегардад. Таҳлили иттилоот оид ба теъдоди автобусҳо ва автомобилҳои сабукрав дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2006-2016 аз он шаҳодат медиҳад, ки агар теъдоди автобусҳо қариб тағйир наёфта бошад, вале теъдоди автомобилҳои сабукрав 2,64 маротиба афзудааст. Афзоиши аҳоли, баландшавии сатҳи некӯаҳволӣ, рушди қувваҳои истеҳсолкунанда мутахаррикии аҳолиро зиёд мекунад ва ин афзоиши муттасили мусофирбариро зарур мегардонад. Бинобар ин масъалаи баланд бардоштани самаранокии истифодаи воситаҳои нақлиёт ва беҳтаркунии сифати хизматгузории нақлиёти шаҳрӣ масъалаи хеле муҳим мебошад.

Таҳлили вазъи кунунии нақлиёти мусофирбари ш. Душанбе бар он далолат мекунад, ки дар фаъолияти он мушкилиҳои зерин мавҷуданд:

- теъдоди нокифояи воситаҳои нақлиёт, душворихоӣ бо речаи корӣ ва беҳатарии микроавтобусҳо вобаста буда;

- такрори сайрхати микроавтобусҳо ва шабакаи асосии автобусҳо троллейбусҳо;

- норасоии маблағҳо барои ташкили иҷрои нақшаи мусофирбарӣ;

- тарзҳои ғайриоқилонаи чамъоварии ҳаққи сафар, камбудихо дар ташкили кор ва речаи корӣ дар шабакаи асосии автобусӣ, ки ба безътимодии хизматҳо меоваранд;

- масъалаи танзим ва истифодаи ҳуқуқҳо.

Бояд қайд кард, ки микроавтобусҳо дар ш. Душанбе аз ҷониби мусофирон хеле васеъ истифода мешаванд, зеро ки онҳо намуди нақлиёти хеле мувофиқу муносиб аз ҷиҳати суръати ҳаракат ва фарқи ками арзиши сафар мебошад. Чунон ки таҳлил нишон дод, холо дар ш. Душанбе теъдоди сайрхатҳои микроавтобусӣ аз теъдоди сайрхатҳои автобусӣ 2,7 маротиба ва дарозии умумии сайрхатҳои микроавтобусӣ аз сайрхатҳои автобусӣ 2,3 маротиба зиёдтар мебошад. Таҳлил аз он шаҳодат медиҳад, ки дар системаи нақлиёти шаҳр микроавтобусҳо бо арзиши пасти сафар ва коэффитсиенти баланди сарборӣ, ки дар асоси тичоратӣ кор мекунад, бартарӣ доранд. Хизматҳои шабакаи автобусиро ба кадрӣ

назаррас соҳибони билетҳои мусофиратии имтиёздор истифода мебаранд ва онҳо ин билетҳоро ҳангоми сафар дар шабакаи микроавтобусҳо мавриди истифода қарор дода наметавонанд.

Ҳисобҳо нишон медиҳанд, ки арзиши харид ва истифодаи микроавтобусҳо баланд нест, лекин онҳо ба андозаи 3,63 сомонӣ ба як километр даромад меоваранд ва автобусҳои калон, ки арзиши истифодаи онҳо баланд мебошад, ҳамагӣ 1,95 сомонӣ даромад меоранд.

Таҳлили ташкили ҳаракати воситаҳои нақлиёт дар сайрхатҳои шаҳрӣ нишон медиҳад, ки:

1. Ба микроавтобусҳо дар сайрхатҳое, ки шабакаи асосии автобусиро тақрор мекунад, иҷозатнома дода шудаанд.

2. Микроавтобусҳо харчанд салони танг ва сифати пасти насб (сборка) доранд, лекин бо сабаби он ки онҳо зуд-зуд ва бо суръати баланд ҳаракат мекунад ва бо талаби мусофирон дар ҷойи зарурӣ таваккуф мекунад, барои мусофирон хеле қулай мебошанд ва бинобар ин мусофирон ба микроавтобусҳо тарҷеҳ медиҳанд.

3. Фосилаҳои ҳаракати автобусҳои корхонаҳои коммуналии воҳиди давлатӣ калон мебошанд ва фосилаҳо ба таври зарурӣ танзим карда намешаванд, автобусҳо дар истгоҳҳои интиҳой (ва баъзе истгоҳҳои мобайнӣ) барои пур шудан муддати зиёди вақт меистанд.

4. Эътимодияти шабакаи троллейбусӣ паст аст ва ин бо сатҳи пасти хизматгузорӣ бо сабаби инфрасохтори фарсуда ва мушкилиҳои таъминоти барқ алоқаманд аст.

5. Дар аксари сайрхатҳои шаҳрӣ таксӣҳои хаттӣ ғайриқонунӣ бо арзиши начандон зиёд – 5 сомонӣ бо мусофирбарӣ машғуланд. Ин таксӣҳо барои мусофирон аз ҳар ҷиҳат қулай мебошанд, харчанд кори онҳо шиддатнокии ҳаракатро дар роҳҳо зиёд ва вазъи экологиро бадтар мекунад.

6. Дар сайрхатҳои ш. Душанбе тибқи иттилооти оморӣ 2236 адад автобусу троллейбус фаъолият мекунад, аз онҳо 170 адад, яъне 7,6% автобусҳои «калон» ва 74 адад (3,3%) троллейбусҳо, боқимондаш – микроавтобусҳо. Валекин аз рӯи иттилооте, ки дар ҳисоботи институти «Нақлиёт» қайд карда шудааст, теъдоди микроавтобусҳо воқеъан зиёда аз 3500 ададро ташкил медиҳад, чунки кори ғайрилегалӣ онҳо маъмул аст, яъне теъдоди микроавтобусҳои легалӣ ба теъдоди микроавтобусҳои ғайрилегалӣ қариб баробар аст.

7. Ғунҷоиши автобусҳои «калон» ва троллейбусҳо зиёда аз 100 нафар одам аст, аммо ғунҷоиши микроавтобусҳо қоидавӣ 7-8 нафар одам мебошад, 12-13 маротиба камтар. Ин бар он далолат мекунад, ки истифодаи автобусҳои ғунҷоишаш калон ҳар рӯз баромадани садҳо воситаҳои нақлиёти иловагиро ба сайрхатҳо талаб намекунад, ки сабаби ифлосшавии муҳити зист ва пайдошавии садҳо мешаванд.

8. Аз 1992 адад микроавтобусҳои дар сайрхатҳо ғаъолияткунанда танҳо 30 ададаш ба сектори давлатӣ тааллуқ дошта, 1962 ададаш, яъне 98,5%-аш ба сектори хусусӣ мутааалиқ аст.

Таҳлили ҷараёни тағйирёбии мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе (ҷадвали 4) аз он гувоҳӣ медиҳад, ки:

-ҳаҷми мусофирбарӣ дар сектори давлатӣ дар давраи солҳои 2011-2017 ҳамагӣ 20,5% ва гардиши мусофирон 22,6% афзудааст;

-ҳаҷми мусофирбарӣ дар сектори хусусӣ 37,1% ва гардиши мусофирон 61,6% зиёд шудааст;

-суръати афзоиши ҳаҷми мусофирбарӣ ва гардиши мусофирон дар сектори хусусӣ нисбат ба сектори давлатӣ 1,8 – 2,7 маротиба зиёдтар мебошад.

Қайд кардан лозим аст, ки дар шароити кунунӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қомеъҳои марбут ба рушди нақлиёти автомобилӣ мусофирбар нигоҳ накарда,

дараҷаи қонеғардонии эҳтиёҷоти аҳоли қойи нест. Ҷӣ дар ш. Душанбе ва ҷӣ дар минтақаҳои дигар талафоти зиёди вақт барои интиқол мушоҳида мешавад, мунтазамнокии ҳаракати воситаҳои нақлиёт ва зудии ҳаракати онҳо дар сайрхатҳои гуногун беҳбудӣ металабад.

Натиҷаи таҳлили иҷрошуда ва инчунин таҷрибаи ғаъолияти нақлиёти автомобилӣ мусофирбар дар мамлакатҳои хориҷиро ба назар гирифта, дар заминаи онҳо роҳҳои асосии тақмилдиҳии мусофирбариро таҳия намудан мумкин аст. Аз нигоҳи мо, барои мукамалкунии қори нақлиёти мусофирбар ҷораҳои зеринро бояд андешид:

-ташкил кардани «хати алоҳида» барои автобусҳо дар сайрхатҳо, ки селани мусофирон хеле зиёд аст (ҷунонки дар мамлакатҳои хориҷа ин тадбир маъмул аст). Дар ин ҳолат автобусҳо бо суръати баланд ва ва бо фосилаи хурд ҳаракат мекунад;

-қонунӣ кардани ҳаракати автомобилҳои сабукрав-таксиҳои хатгӣ (бо андозии минималӣ);

-дар сайрхатҳои автобусии бесамаи истифода (ҷорӣ кардан)-и микроавтобусҳои мухталиф;

-барои беҳтар кардани вазъии экологӣ истифодаи васеи троллейбусҳо;

-азнавкунии парки воситаҳои нақлиёт;

-дастгирии молиявии давлат барои ташкили босамараи қори нақлиёти мусофирбар.

Ҷадвали 4.

Ҷараёни тағйирёбии ҳаҷми мусофирбарӣ ва гардиши мусофирон дар ш. Душанбе

| №                                  | Номгӯии системаи нақлиёти автомобилӣ | Солҳо  |        |        |         |         |         |         |           |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|
|                                    |                                      | 2011   | 2012   | 2013   | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2017/2011 |
| Ҳаҷми мусофирбарӣ, млн. мусофир    |                                      |        |        |        |         |         |         |         |           |
| 1                                  | Нақлиёти давлатӣ                     | 93,41  | 95,04  | 96,79  | 97,60   | 99,25   | 101,42  | 112,56  | 120,5     |
| 2                                  | Нақлиёти хусусӣ                      | 79,0   | 92,0   | 104,0  | 110,0   | 117,0   | 115,34  | 108,33  | 137,1     |
|                                    | Ҳамагӣ                               | 172,41 | 187,04 | 200,79 | 207,6   | 216,25  | 216,76  | 220,89  | 128,11    |
| Гардиши мусофирон, млн. мусофир.км |                                      |        |        |        |         |         |         |         |           |
| 1                                  | Нақлиёти давлатӣ                     | 458,32 | 466,83 | 476,30 | 480,97  | 488,75  | 501,13  | 561,90  | 122,6     |
| 2                                  | Нақлиёти хусусӣ                      | 377,0  | 482,0  | 576,0  | 610,0   | 651,0   | 649,92  | 609,39  | 161,6     |
|                                    | Ҳамагӣ                               | 835,32 | 948,83 | 1052,3 | 1090,97 | 1139,75 | 1151,05 | 1161,29 | 139,02    |

Аз назари мо барои қонеғардонии эҳтиёҷоти аҳоли марбут ба хизматҳои нақлиётӣ аз рӯии параметрҳои миқдорӣ, сифатӣ ва иқтисодӣ ва ҳамзамон таъмини ғоиданокии муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ баландшавии тарифҳоро дар нақлиёти ҷамбиятӣ боздоштан лозим аст. Роҳи асосии паст намудани афзоиши тарифҳо танзими давлатӣ дар шароити иқтисоди бозорӣ, ки ҳангоми амалисозии он нуқоти зеринро бояд ба назар гирифт:

-аксар вақт танзими давлатӣ хеле қотеона сурат гирифта, боиси сустшавии ангезаҳо (стимул)-и бозорӣ ва аз ин соҳа ба дигар қониб майл кардан ва ба соҳаи мазкур ҷалб нашудани сармоя мегардад;

-бекор кардани танзими тарифҳо бо хатари яқбора баландшавии ҳаққи сафар ва ниғаждории танзим бошад, бо бадшавии хизматгузори нақлиёти аҳоли алоқаманд аст;

-аксар ҳолатҳо рақобат ноқифоя ва ноинсофона аст ва дар натиҷа ба пастшавии сифати хизматгузори нақлиётӣ меорад;

-бастанӣ шартномаҳо оид ба хизматгузори нақлиётӣ дар асоси озмун воситаи босамари бавучудовари рақобат мебошад.

Аз диди мо ба самтҳои афзоиши самаранокии кори нақлиёти автомобилии мусофирбар ва баландкунии рақобатнокӣ дар бозори дохилии хизматҳои нақлиётии Ҷумҳурии Тоҷикистон самтҳои зеринро дохил кардан мумкин аст:

-фароҳамсозии заминаи ҳуқуқие, ки харидори воситаҳои нақлиётӣ, қисмҳои эҳтиётӣ ва маводи заруриро дар сатҳи талаботи стандартҳои байналмилалӣ водор месозад;

-хизматгузори иловагӣ, ки бо системаи терминалии интиқол вобаста аст;

-ба як шакл даровардани ҳуччатҳои ибтидоии интиқол барои ҳамаи субъектҳои бозори хизматҳои нақлиётӣ бо мақсади таъмини рақобати солим ва инчунин системаи назорати истифодаи он аз ҷониби органҳои салоҳиятдори танзим ва идораи давлатӣ;

-зиёд кардани парки автобусҳои, ки ҷӣ аз ҷиҳати сохт ва ҷӣ аз ҷиҳати ғунҷоиш матлуб ҳастанд, аз ҷумла бо ҷунин тарзи қарздиҳӣ ба муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ ва соҳибқорони инфиродӣ, мисли лизинг;

-мукамалкунии базаи техникаи нақлиёти автомобилии мусофирбар бо таҳияи ҳуччатҳои намунавӣ;

-истифодаи равандҳои пешқадами интиқол;

-баландкунии беҳатарии ҳаракат дар роҳ ва беҳатарии экологии нақлиёти автомобилӣ;

-ташаккул ва рушди инфрасохтори умумии роҳию нақлиётӣ;

-такмили системаи сертификаткунонӣ ва иҷозатномадиҳӣ (литсензиякунонӣ);

-дастигирии давлатии ғайрифаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбар;

-баландбардори рақобатнокии иқтисодӣ ва нақлиёти автомобилӣ дар минтақаҳо.

#### Адабиёт:

1. Автомобильный транспорт Таджикистана (под ред. Рахимовой Р.Х). Душанбе, 1999 г.-57с.

2. Нақлиёт ва алокаи Ҷумҳурии Тоҷикистон. Маҷмӯаи оморӣ. Душанбе, Агентии омор, 2017.-24с.

3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. Москва, 2003. -398с.

4. Таджикистан: 25 лет государственной независимости. Статистический сборник. Душанбе, 2016.- 520 с.

5. Яшева Г.А. Кластерная концепция повышения конкурентоспособности предприятий в контексте сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства: монография. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010. – 373 с.

### ПАССАЖИРСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО РАБОТЫ

*Р.Х. Рахимова*

Статья посвящена функционированию пассажирского автомобильного транспорта и направлениям повышения эффективности его работы в Республике Таджикистан. В статье проанализированы объёмные показатели работы пассажирского транспорта республики за период с 2000 по 2016 гг., обоснованы возможности и отличительные особенности пассажирского автомобильного транспорта. В связи с функционированием государственного и частного автомобильного транспорта в Республике Таджикистан произведён анализ динамики изменения количества транспортных средств в этих секторах за период 2006 – 2016 гг. В связи с тем, что 44,1% общего объёма перевозок пассажиров в республике осуществляется пассажирским транспортом г. Душанбе, в статье произведён анализ деятельности государственного и частного секторов пассажирского автомобильного транспорта города, определены недостатки и проблемы в его деятельности и с целью совершенствования работы пассажирского автотранспорта предложены конкретные мероприятия. В конце статьи на основе результатов проведённого анализа разработаны направления повышения эффективности работы пассажирского автомобильного транспорта и повышения конкурентоспособности во внутреннем рынке транспортных услуг Республики Таджикистан.

**Ключевые слова:** организация, автомобиль, перевозок, инфраструктура, управление, пассажир, эффективность, транспорт.

### PASSENGER MOTOR TRANSPORT OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN AND WAYS OF INCREASING ITS EFFICIENCY

*R.H. Rakhimova*

The article is devoted to the functioning of passenger motor transport and ways to improve its efficiency in the Republic of Tajikistan. The article analyzes the volume indices of passenger transport in the Republic

over the period 2000 to 2016, justified by the possibility and distinctive characteristics of road passenger transport. In connection with the functioning of public and private road transport in the Republic of Tajikistan, the dynamics of changes in the number of vehicles in these sectors for the period 2006-2016 was analyzed. Due to the fact that 44.1% of the total volume of passenger transportation in the Republic is carried out by the passenger transport of Dushanbe, the article analyzes the activities of the public and private sectors of the passenger motor transport of the city, identifies shortcomings and problems in its activities and in order to improve the performance of passenger vehicles proposed specific measures.

At the end of the article, based on the results of the analysis, directions for improving the efficiency of passenger motor transport and improving competitiveness in the domestic market of transport services of the Republic of Tajikistan are developed.

**Key words:** organization, car, transportations, infrastructure. steering, passenger, efficiency, transport.

**Сведения об авторе:**

Рахимова Рахима Хусеновна – к.э.н., доцент кафедры «Естественные и информационные науки» Таджикского исламского института имени Абуханифы – Имоми Аъзам. Телефон 988-66-79-80; 919-19-80-00; 224-67-79. E – mail: rahimova.rahima@gmail.com

## ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

*Ф.Н. Нажмудинов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье представлены логистические принципы совершенствования организации региональных международных автомобильных перевозок. Также проведен анализ транспортно-логистических услуг, являющихся основными функциональными элементами региональных и международных транспортно-логистических систем, и перспективы развития автомобильных перевозок с использованием интегрированной логистики.*

**Ключевые слова:** оптимизация, логистика, международная перевозка, логистические услуги.

### **Введение.**

Международная транспортная система состоит из сети автомобильных и железнодорожных путей и станций, морских портов, авиалиний и аэродромов, предназначенных для обслуживания глобальной торговли, промышленности и энергетического сектора, инфраструктуры городов и потребителей населения. В связи с этим важным развитием экономики является свободный доступ к глобальной транспортной инфраструктуре, которая взаимосвязана с главными отраслями экономики государств.

Законодательство Республики Таджикистан в сфере автомобильных международных перевозок грузов совершенствуется для более полного учета транспортного средства, когда зарубежный перевозчик при выполнении международных перевозок до въезда на территорию республики должен будет представить о них детализированную

информацию. Прежде достаточно было заполнить данные о наименовании и адрес зарубежного перевозчика, указать регистрационный номер ТС, место и дату выдачи, заверенные печатью уполномоченного иностранного органа, где получено разрешение, а также вписать наименование и массу перевозимых грузов.

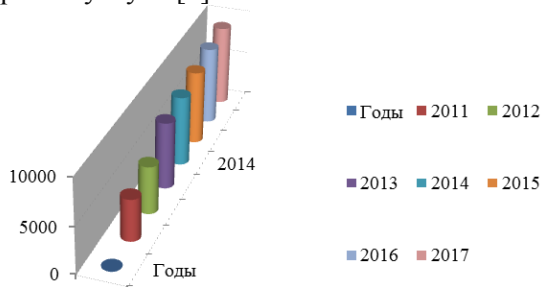
Теперь требуется указывать также дату и место въезда на территорию Таджикистана, пункты выгрузки и погрузки. Если ТС следует по территории РТ порожней, то до въезда требуется ещё указывать наименование страны, где была начата и должна закончиться поездка. При неполном заполнении предусмотренных новыми бланками данных и, если неправильно будут указаны пункты разрешения, или не проставлены все требуемые отметки о въезде ТС на территорию РТ и его выезде, выданное разрешение будет считаться недействительным. Анализ показывает, что эти требования позволят снизить количество незарегистрированных перевозок по территории РТ, которые со стороны зарубежных перевозчиков, осуществляются по заниженным ценам по сравнению с национальными перевозчиками, так как грузы в этих случаях берутся попутные, когда транзитная перевозка уже частично оплачена грузополучателем.

Современные мировые экономические связи стран СНГ требуют от участников этих процессов способности быстро находить эффективное решение в трудных ситуациях.

Таким сложным процессом являются международные автоперевозки. Прежде всего автомобильные грузовые перевозки между Республикой Таджикистан и странами СНГ.

Развитие транспортной отрасли является определяющим фактором конкурентоспособности экономики РТ. Доля транспортных расходов в валовом внутреннем продукте, являющимся одним из показателей транспортной нагрузки на экономику, Таджикистан уступает не только России, но и некоторым странам ЦА. При этом основные проблемы транспортной отрасли взаимосвязаны с состоянием экономики. В частности, большая доля транспортной составляющей в продукте объясняется низкой эффективностью транспортного сектора и структурой производимой продукции, в которой существенную часть составляют сырьевые товары с низкой добавленной стоимостью. Они создают большую нагрузку на инфраструктуру транспорта и очень чувствительны к изменению цен.

Негативные тенденции международной торговли влияют на развитие национальной транспортной отрасли, что оказывает влияние на соответствующую отрасль РТ. В первую очередь, эти тенденции повлияли на сектор автомобильных и железнодорожных перевозок, зависящий от динамики мировой торговли. Особенностью транспортной отрасли Таджикистана является значительная зависимость от экспорта сельскохозяйственной продукции и алюминия. Снижение цен на экспортные товары привело к сокращению экспорта и снижению спроса на транспортные услуги [3].



Автомобильный транспорт, тыс. тонн

Рисунок 1.1. Динамика грузооборота автомобильного транспорта в 2012–2017 гг.

Повышение цен в течение года привело к переходу низкодоходных грузов (в основном строительных материалов и) на железнодорожный транспорт, но тем не менее, автомобильный транспорт является более привлекательным при перевозках

высокодоходных грузов в связи со скоростью доставки, клиентоориентированностью, упрощенным оформлением документов и гибкой системой ценообразования. Также негативно повлияло на рынок автомобильных перевозок снижение экспорта и оборота розничной торговли, вызванные падением доходов населения и объемов промышленного производства.



Рисунок 1.2. Структура рынка автомобильных перевозок по типу грузов РТ (в денежном выражении)

Невозможно существование компаний обособленно от особенностей государства, в котором компания создана, и стран, с которыми она сотрудничает. Анализ этого факта показывает, что важнейшим условием при формировании транспортной стратегии компании является транспортная стратегия страны.

В РТ действует транспортная стратегия Республики Таджикистан на период до 2025 года. Основная роль государства в сфере развития и функционирования транспортной системы Таджикистана – создание условий для устойчивого роста экономики и конкурентоспособности, а также повышение качества жизни людей через обеспечение доступа к качественному транспортному сервису и превращение географических особенностей Таджикистана в ее конкурентное преимущество. Исполнение Транспортной стратегии началось в 2012 году, с помощью которой республика регулирует в основном инфраструктуру и правовую сферу деятельности предприятий, что значительно влияет на принятие решений.

Подводя итоги, необходимо отметить, что формула оптимальной транспортной логистики выглядит просто: перевезти груз из точки А в точку Б по оптимальной схеме с минимизацией затрат – и увеличится спросе на перевозки и прибыль транспортных компаний – решение находится лишь в идеальном мире.

Две важные задачи транспортного подразделения, которые являются для руководителя первостепенными: предоставление качественного обслуживания всех без исклю-



чения клиентов и минимизация транспортных расходов и издержек при использовании как собственного, так и наемного транспорта. Существуют разные причины, которые стоят на пути решения этих задач. Такие как: несвоевременная подача заявок на автотранспорт, неоптимальная разработка маршрутов, неэффективное использование транспорта, административные преграды.

Чтобы выстроить эффективную систему транспортной логистики, требуется систематизировать:

- оптимизацию процессов транспортного подразделения;
- требования к взаимодействию с другими подразделениями предприятия (склад, производство, закупки, магазины и т.д.);
- подачу заявок на автотранспорт подразделениями предприятия;
- поиск перевозчика с использованием тендерных площадок также необходимо;
- оценить эффективность имеющихся маршрутов, производя пересчет при формировании новых точек доставок товаров;
- выработать систему контроля исполнения маршрута, оповещения клиентов, получения первичной документации;
- создание базы данных о расходах;
- систематизировать управленческую и оперативную отчетность в требуемых аспектах аналитики.

Предприятиям с большим количеством распределительных сетей для повышения конкурентоспособности автоматизация процессов путем внедрения АСУ (TMS).

Экономический эффект от внедрения этих систем заключается в снижении за счет следующих факторов [2]:

- выбор оптимизационных маршрутов доставки;
- снижение порожнего пробега автотранспорта;
- контроль затрат в разрезе маршрут/транспортное средство и уменьшение внеплановых ремонтных работ;
- соблюдение условий перевозки груза и минимизация затрат, связанных с его порчей;
- снижение логистических затрат полет/километр на 10–12%.

Складская логистика должна снабжать конкурентное преимущество предприятий за счет качественного обслуживания клиентов, увеличения товарооборота, снижения издержек на хранение и обработку и проч.

Чтобы повысить результативность складской логистики, необходимо:

- распланировать систему управления складской техникой и персоналом;
- усовершенствовать правила / алгоритмы размещения товара и его отбора;
- оптимизировать маршруты движения складской техники и персонала склада.

Моделирование в логистике поддерживает в рассмотрении задач оптимизацию логистики, в том числе:

- использование экспериментов для определения изменения поведения компании (оценка влияния на запасы, склады, трудовые ресурсы, количество выполненных в срок заказов при различных сценариях изменения спроса);
- анализ чувствительности модели к изменению различных параметров (что ударит по компании сильнее – изменение цен на бензин или на услуги по перевозке);
- расчет оптимального количества ресурсов (своевременное принятие решения – свой или наемный транспортный парк);
- определение оптимального расположения складов и точек перегрузки.

Статистическая модель позволяет сформировать лучшие кластеры обслуживания и маршруты при моделировании изменения транспортного сектора, спроса, времени погрузки и других параметров.

#### **Заключение.**

Эффективность логистической функции напрямую зависит от гибкости управления дистрибуционной сетью, транспортным парком, запасами и многими другими ресурсами. Менеджеры крупных компаний не всегда имеют возможность принять верное решение в связи с отсутствием инструментария для моделирования ситуации, поскольку не могут изучить показатели работы компании в динамике. Обычные средства расчета бизнес-кейса, даже если предполагают построение довольно сложной математической модели, не позволяют отследить ситуативные отклонения от нормального состояния, которые могут быть незаметны без достаточного количества экспериментов.

#### **Литература:**

1. Веремеев В.А. Макроэкономическая оценка развития железнодорожной инфраструктуры, URL: [http://2020strategy.ru/data/2011/04/22/1210948572/VA\\_Veremeev\\_Macroec\\_Evol.pdf](http://2020strategy.ru/data/2011/04/22/1210948572/VA_Veremeev_Macroec_Evol.pdf)
2. Тураева М.О. Транспортная инфраструктура стран Центральной Азии в усло-

виях современной регионализации: Доклад. – М.: Институт экономики РАН, 2014.– 62 с.

3. Р.С. Бобиев, Ф.Н. Наджмудинов, Дж.Ш. Тошев Современное состояние транспортной инфраструктуры и рынка транспортно-логистических услуг Республики Таджикистан. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Москва - №3 (46), 2016 г., стр. 83-89.

### **ПРИНЦИПҲОИ ЛОГИСТИКИИ ТАКМИЛДИҲИИ ТАШКИЛИ ИНТИҚОЛИ БАЙНАЛМИЛАЛИИ МИНТАҚАВИИ АВТОМОБИЛИИ БОРҶО**

**Ф.Н. Наҷмудинов**

Дар мақолаи мазкур принципҳои логистикӣ ҷиҳати такмилдиҳии ташкили интиқоли минтақавии байналмилалӣ оварда шудааст. Инчунин дар мақолаи мазкур таҳлили хизматрасониҳои логистикӣю нақлиётӣ ҳамчун элементи асосии системаи логистикӣю нақлиётӣи байналмилалӣ ва минтақавӣ ва дурнамои рушди интиқоли автомобилӣ тавассути логистикаи ҳамохангӣ нишон дода шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** муносибгардонӣ, логистика, интиқоли байналмилалӣ, хизматрасонии логистикӣ.

### **LOGISTIC PRINCIPLES OF IMPROVING THE ORGANIZATION OF REGIONAL INTERNATIONAL ROAD TRANSPORT OF GOODS**

**F.N. Nazhmudinov**

The article presents the logistic principles for improving the organization of regional international road transport.

The measures for the use and development of existing and logistics nodes, allowing secure interaction between different modes of transport in the framework of an integrated transport system of the Republic of Tajikistan

**Key words:** optimization, logistics, international transportation, logistics services.

#### **Сведения об авторе:**

Нажмудинов Фахридин Низомович – асс. каф. «Организация перевозок и управление на транспорте» ТГУ им. ак. М.С. Осими, область научных интересов – организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте, конт. инф.: (+992) 985 177107; E-mail: [fakhriddinchon@mail.ru](mailto:fakhriddinchon@mail.ru)

### **ЛАНДШАФТ ГОРНЫХ ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩА ТАДЖИКИСТАНА - ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**А. Акбаров**

*В статье рассматривается важность и значения природно-климатических и ландшафтных условий горных озер и водоемов для перспективы развития горно-рекреационных и лечебно-оздоровительных комплексов. Определяются пути формирования и методы решения ландшафтно-планировочной организации зон массового отдыха и туристических комплексов. В заключении приводятся основные принципы комплексного освоения горных озер с целью формирования на их основе современных рекреационных - туристических и лечебно-оздоровительных комплексов.*

**Ключевые слова:** озера и водохранилища, горный ландшафт, организация отдыха, рекреационный комплекс, лечебные предприятия, охрана природной среды, архитектура ГРК.

Республика Таджикистан богата озерами и водохранилищами, их водная поверхность составляет примерно 1005 квадратных

километров. Площадь 22-х больших озер республики составляют 625 квадратных километров. Самыми крупными озерами республики являются озеро Каракуль, Куликалон и Искандеркуль.

По данным главного управления «Таджикгеологии», на территории Раштской зоны насчитывается более 30 месторождений и выходов минеральных вод и три серных озера. Здесь пока создан только один санаторий – «Оби-Гарм» на 450 мест. Источник Оби-Гарм издавна использовался местными жителями для лечебных целей. Химический состав его воды представлен в основном сульфатами, хлором, натрием и кальцием. Из микроэлементов присутствуют марганец, медь, молибден, стронций, барий, бор и т.д. Вода по своим свойствам близка к водам курорта Ткварчели (Грузия).

В организации отдыха населения особая роль принадлежит горным ландшафтными зонам, озерам и водоемам, а также

минеральным водам и источникам. В этом плане рекреационное значение горных озер Искандеркуля, Кули калона, Аловаддина и Хафткула, а также ряда водохранилищ велико для республики, особенно для территории низкогорных и среднегорных поясов. Исследования показывают, что полноценный отдых у водной акватории значительно улучшает функциональное состояние центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной системы и способствует повышению производительности труда на 5–7 % (Рис. 1, 2).



*Рис. 1. Высокогорное озеро Аловаддин в Педжикентском районе.*

В результате комплексной оценки природных ресурсов на территории Акватория горных рек и озер предгорья Таджикистана были выявлены огромные территории природных ландшафтов для организации комплекс санаториев и туристических баз. В настоящее время санаторий на берегу Кайраккумского водохранилища и лечебные грязи Аксукон в Северном регионе являются весьма важными территориями для организации оздоровительного отдыха населения республики. В этом регионе можно организовать новые предприятия для лечения и отдыха десятков тысяч людей. Здесь имеются большие возможности для проведения самых разнообразных лечебных процедур, как на берегу, так и на воде: солнечные, песочные, воздушные ванны, лечебные и тонизирующие купания в бассейнах и водохранилище, терренкур и т.д.



*Рис. 2. Уникальный горный ландшафт у высокогорного озера Искандеркуль с видом на Фанские горы.*

На побережье Кайраккумского моря целесообразно создать крупный курортно-санаторный бальнеоклиматический комплекс.

Горные водохранилища в Таджикистане частично используются как объекты для отдыха населения. К ним относятся Нурекское, Кайраккумское, Байпазинское, Головное водохранилища. Строящиеся Рогунское и построенное Санггудинское водохранилища имеют большие перспективы как объекты ирригационного и рекреационного значения. В будущем этот вопрос будет особо важным для организации отдыха населения крупных городов республики. Большое значение имеет также организация агро- и этнотуризма в горных исторических селениях Зеравшана и горного Бадахшана в перспективе развития горно-рекреационных комплексов.

Было установлено, что большая часть побережья горных озер и водохранилища является пригодной для строительства объектов отдыха и лишь в высокогорных зонах северной части склонов небольшие участки являются ограниченно пригодными для застройки. Вместо с тем на горных участках возможно создание уникальных горно-рекреационных комплексов (ГРК). Однако нужно отметить, что при застройке горно-рекреационных комплексов происходит удорожание строительства до 12–16 % за счет проведения большого объема земляных работ, укрепления откосов и сооружения подпорных стенок, а также строительства серпантинных дорог и инженерных сооружений для транспорта вертикального подъема.

В этой связи развитие рекреационной деятельности в Таджикистане требует основательного изучения рекреационных потенциалов всех водоемов и горных озер и их природно-ландшафтных условий с учетом экономико-географического положения, системы расселения, характера связей с лечебно-оздоровительным комплексом и в конечном итоге проведения рекреационного районирования территории республики.

Северный регион Таджикистана включает в себя долину реки Сырдарья и систему горных озер Туркестанского хребта, где имеются уникальные горные озера и водные источники для организации отдыха. Минеральные воды Истравшана, лечебные грязи озера Аксукон, крупный бальнеоклиматический комплекс «Бахористон» на берегу Кайраккумского водохранилища, оздоровительный озоновый воздушный бассейн и ландшафт озера Искандаркуль и Ойдинкуль в Айнинском и Шахристанском горным

районам являются любимыми местами для отдыха жителей городов республики.

В центральном регионе республики, горные зоны Зеравшана, состоящие из систем горных озер, имеют особые ландшафты для организации отдыха и лечения жителей городов. Туристические и альпинистские объекты – озера Искандеркуль, Маргузарские, Куликалонские, Пайронские и другие горные озёра имеют неповторимый ландшафт и уникальные виды горного пейзажа. Нурекское водохранилище на реке Вахш, вершины Чимтарга (5494 м) на Зеравшанском хребте являются уникальными зонами для развития туризма.

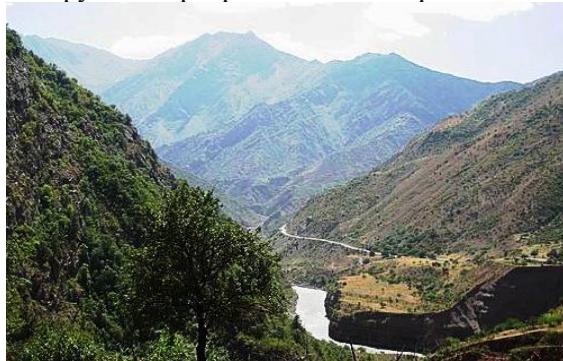
Очень важна роль природного ландшафта и водных акваторий в формировании микроклимата курортно-рекреационных комплексов и застройки поселковой среды, как новое градостроительное образование. Рациональное использование водных акваторий и природных ландшафтных элементов в формировании рекреационных комплексов позволяет получить гигиенический и архитектурно-художественный эффект.

Анализ и оценка природно-ландшафтных условий горных рек и озер необходимы для определения благоприятных условий и целесообразности освоения ресурсов прибрежных ландшафтов для размещения и формирования архитектурной среды лечебно-оздоровительных комплексов. Правильное функциональное использование территории водных акваторий в зависимости от климатических, геологических, гидрологических и почвенных условий и особенностей растительного покрова также важно для развития санаторно-курортного комплекса.

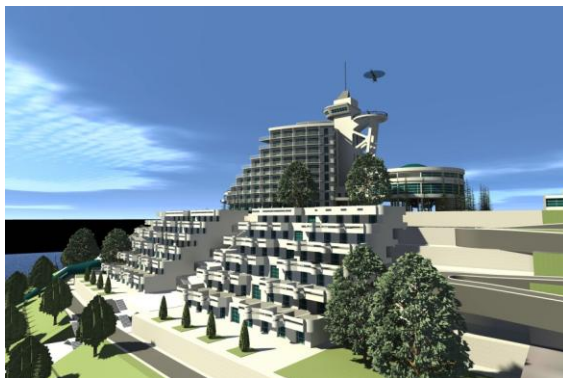
Анализ и оценка природно-ландшафтных условий при территориальной организации горно-рекреационных комплексов имеют целевое назначение, то есть рассматриваются только те свойства территории (гидрогеологических условия, ландшафта склонов, зеленый покров земли, ориентация склона и т. п), от которых зависит достижение поставленной цели. Особенности геологических условий и рельефа местности влияют на мероприятия по инженерной подготовке территорий, выбор типов застройки и стоимость строительства.

При анализе рельефа составляются карты глубины и густоты расчленения рельефа, уклонов поверхности, на основании которых определяются объемы и стоимость работ по вертикальной планировке и инженерной подготовке территории. Густота

расчленения рельефа и уклоны поверхности влияют на планировку улично-дорожной сети и особенности прокладки инженерных коммуникаций, а также прием террасного, объемно-планировочного и архитектурно-композиционного решения комплекса зданий и сооружений рекреационного образования.



*Рис. 3. Горный ландшафт ущелья Оби Хингоу Тавилдаринского района*



*Рис. 4. Экспериментальная проектная разработка туристическо-развлекательного комплекса на 500 мест на берегу озера Искандаркуль. Руководитель проекта доктор архитектуры Акбаров А., дипломник Махмадалиев Р.*

При этой возможности организации территории и необходимости застройки учреждений отдыха на горных зонах во многом определяются сложностью форм рельефа и крутизной уклона поверхности горных склонов. Кроме того углы наклона горного склона в значительной степени определяют характер вертикальной планировки и прием застройки территории поселка. Согласно общепринятым нормам наклон рельефа от  $12^{\circ}$  до  $30^{\circ}$  являются пригодными для жилищного и общественного строительства.

В горных регионах республики особо важное значения имеет установление границ районов санитарной охраны рекреационных образований (курортов и туристических баз) у водных источников. Речь идет об установлении специального режима охраны тех территорий, где происходит формиро-

вание и восстановление лечебных ресурсов курорта. Для этого в каждом конкретном случае должны быть проведены соответствующие исследования. Границы зон санитарной охраны должны быть выбраны таким образом, чтобы исключить возможное загрязнение водных источников и уберечь их от загрязнения. В первую очередь мероприятия этого рода должны быть проведены для действующих курортов: Ходжа Обигарма, Оби Гарма, Гармчашмы, Хаватага и Шаамбары.

Для горных условий Таджикистана охрана от загрязнений природной среды и её компонентов в особенности имеет важное значение. Экология водоемов в пределах развивающихся рекреационных территорий может быть обеспечена лишь созданием централизованных систем канализации, водоснабжения и теплоснабжения.



*Рис. 5. Санаторий Ходжа Обигарм удачно вписан в горный ландшафт. Комплексно решены централизованные системы водоснабжения, канализация и отопления.*

В условиях Таджикистана охрана от загрязнений компонентов природной среды в пределах развивающихся рекреационных территорий у горных озер и водоемов может быть обеспечена лишь созданием централизованных систем канализации, водоснабжения, теплоснабжения на все объекты лечебно-оздоровительных и туристических комплексов, а также в каждой из них в отдельности (Рис.5).

Развитие научно-технического прогресса может положительно изменить интенсивное освоение или же использование рекреационных ресурсов в горном регионе Республики Таджикистан. Интенсивное освоения горных склонов и земельных массивов Шахристанского района в предгорий Туркестанского хребта (после осуществления переброски части реки Заравшан на высоте 1700 - 1900 м) будет способствовать сохранению уникальных природных ландшафтов с преобладанием арчового редколесья. Это поз-

волить реальных возможностей расширения рекреационных зон в пределах Согдийской области.

На основе развития горной оросительной системы и формирование новых аграрно-рекреационных комплексов создаются условия для развития горного туризма и альпинизма в Шахристанском, Ганчинском и Пенджикентском районах Согдийской области республики Таджикистан.

В результате проведенного исследования были определены следующие принципы комплексного освоения горных озер с целью формирования на их основе современных рекреационных-туристических и лечебно-оздоровительных комплексов:

- создание многофункциональных рекреационных зон для различных форм отдыха и лечения, туризма и спорта;

- организация системы учреждений обслуживания (бальнеологические и климатические курорты, туристские маршруты, горнолыжные комплексы);

- групповое размещение рекреационных центров с целью уменьшения степени урбанизации окружающей среды;

- организация передвижных центров обслуживания, мест расселения обслуживающего персонала, сопряженных с рекреационными зонами;

- комплексное развитие транспортной инфраструктуры: оборудование рекреационных зон канатными, монорельсовыми и специальными дорогами;

- использование сети троп и горных дорог для целей рекреации;

- создание единой системы водно-зеленого ландшафта, организация лесопарковых полос и «зеленых коридоров».

#### **Литература:**

1. Акбаров А.А. Архитектура горного Таджикистана. Особенности формирования и тенденция развития сельских поселений. – Минск, БНТУ, 2013. – 288 с. илл. 94
2. Мухаббатов, Х. М. Ресурсы горного Таджикистана. – М., Граница, 1999. – 246 с.

#### **ЛАНДШАФТИ КЎЛ ВА ОБАНБОРҶОИ КЎҶИИ ТОҶИКИСТОН – АСОСИ ТАШАККУЛИ МЕЪМОРИИ МАЧМААҶОИ ИСТИРОҶАТӢ**

*А. Акбаров*

Дар мақола муҳимият ва аҳамияти шароити табиӣ-иклимӣ ва ландшафтии кӯлҳо ва обанборҳои кӯҳӣ барои дурнамои рушди маҷмааҳои кӯҳӣ-истироҳатӣ ва табобатӣ-

солимгардонӣ дида баромада шудааст. Роҳҳои ташаккул ва усулҳои ҳалли ташкили ландшафтӣ-нақшагии минтақаҳои истироҳати умум ва маҷмааҳои туристӣ муайян гардидааст. Дар хотима шартҳои асосии азхудкунии маҷмаавии кӯлҳои кӯҳӣ бо мақсади дар асоси онҳо ташаккул додани маҷмааҳои замонавии истироҳатӣ-туристӣ ва табобатӣ-солимгардонӣ оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** кӯл ва обанборҳо, ландшафти кӯҳӣ, ташкили истироҳат, маҷмааи истироҳатӣ, муассисаҳои табобатӣ, хифзи муҳити табиат, меъморӣ маҷмааи истироҳатии кӯҳӣ.

#### LANDSCAPE OF THE MOUNTAIN LAKES AND RESERVOIRS IN TAJIKISTAN - BASIS OF ARCHITECTURAL FORMATION OF RECREATIONAL COMPLEXES

*A. Akbarov*

Of the mountain rivers and lakes in the foothills of Tajikistan a huge area of natural landscapes for the organization of a complex of sanatoriums and tourist camps was revealed. In this regard, the recreational value of mountain lakes as well as a number of large reservoirs for

the country, especially in lowland areas and middle zones is evaluated. In present, on the banks of the reservoir in the North region there are very important areas for the organization of improving the rest of the population. In this region, you can organize new enterprises for treatment and rest of tens of thousands of people.

**Key words:** lakes and reservoirs, mountain landscape, organization of rest, recreational complex, medical enterprises, protection of the environment, architecture mountain recreational complex..

#### Сведения об авторе:

Акбаров Акрам – д.арх., профессор кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими, академик Инженерной академии Республики Таджикистан. Автор более 120 научных статей, 4-х монографий, 12 учебно-методических пособий и более 60 проектов по основам формирования архитектуры горных поселений, особенности планировки и застройки сельских поселков на сложном рельефе, реконструкции и благоустройство центров исторических городов Таджикистана.

#### ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДОВ С ЖАРКИМ УСЛОВИЕМ КЛИМАТА

*А. Гиясов, Ю.Г. Баротов*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье изучены проблемы, связанные влиянием на человека городских островов тепла и прохлады в пределах характерных городских каньонов, в большой степени, зависящие от многочисленных параметров окружающей среды и от индивидуальных особенностей человеческого организма. Термические воздействия островов тепла в городской застройке в зависимости от объемно-планировочного и архитектурно-конструктивного решения проявляются в макро-, мезо-, микро- и наномасштабном распространении. В этих условиях главной задачей проектирования городской застройки должны быть максимальное использование благоприятных климатических условий и эффективная нейтрализация дискомфортных условий, определяющие тепловое состояние человека архитектурно-строительными методами и средствами.*

**Ключевые слова:** биоклимат, микроклимат, здание, застройка, планировка, теплопродукция, среда, комфорт, инсоляция, влагопотери.

Климат городов является физико-гигиеническим фактором среды территории, определяющим условия быта, отдыха и труда человека.

Практически вся территория, расположенная в обе стороны экватора в северных и южных полушариях, республики Центральной Азии, включая районы предгорий и низкогорья, за исключением среднегорных и высокогорных областей, а также юг Казахстана и частично России отличаются четко выраженными признаками аридного климата. Данный район характеризуется жарким длительным летним периодом (4 и более месяцев) и коротким зимним периодом (1,5...2,0 месяцев), в которых при значительной интенсивности солнечного излучения (до 950Вт/м<sup>2</sup>) преобладают

высокие температуры воздуха 45°C и более в тени, и обычно сочетаются с безоблачным небом, низкой скоростью ветра (до 3м/с) и влажностью воздуха 20% и ниже. Человек, пребывая и перемещаясь на городской территории, испытывает комплекс негативных факторов естественного климата, а также ряд факторов искусственного микроклимата, формирующихся в виде отраженной и излученной радиации, тепла при конвекции, испарения теплопроводности от стен зданий и подстилающих поверхностей, формирующие в целом тепловую оболочку человека. При подобных экстремальных условиях факторов естественного и искусственного климата терморегуляционный аппарат человека приходит в состояние крайнего напряжения, который приводит к ухудшению теплового состояния человека, определяющего физико-психологическое состояние и производительность труда. Также отмечается, что повышается процент смертности детей.

При оценке влияния окружающей среды основное внимание уделяется тепловому состоянию, которое определяет собой систему физиологических процессов ответственных за поддержание теплового баланса в организме человека на уровне оптимального [1,2].

Многочисленными исследованиями по оценке теплового состояния людей установлено резкое нарушение терморегуляции, связанное с затруднением теплоотдачи путем конвекции и излучения. При низких скоростях ветра усложняется также теплоотдача путем испарения пота [3,4,5 и др.]. Исследования, проведенные нами, показывают, что таковыми маловетренными и штилевыми погодными условиями характеризуются многие города республик Центральной Азии, Закавказье, а также стран Африки, Азии, Америки, Европы [6].

В последние годы в области физиолого-гигиенических исследований, связанных с выявлением особенностей терморегуляции организма человека в жаркое время года и учитывающих аккумуляцию тепла местным населением, было проведено множество исследований [7,8,9,10].

При планировании застройки новых районов и реконструкции существующих застроек микрорайонов, городских центров необходимо знать возможные изменения факторов микроклимата, следовательно, тепловое состояние человека, которые определяет биоклиматическое состояние

среды окружающего человека. При этом важно знать влияние различных архитектурно-строительных и градостроительных решений застройки, элементов благоустройства, озеленения, обводнения и конструкции подстилающих поверхностей на тепловое состояние человека и на его реакцию на внешние факторы окружающей городской среды.

Модель теплового баланса человека на городской территории складывается от теплопродукции человека, теплоизоляции одежды, потока активного и скрытого тепла, потока активного и скрытого выдыхаемого тепла [11].

В настоящее время существует ряд методов оценки теплового состояния человека, наиболее распространенными в применении являются расчетные аналитические, графоаналитические методы, основанные на построении биоклиматограммы, и методы физического моделирования человека в виде черного шара или цилиндра телесного цвета [2,7].

Современный город представляет собой сложную многокомпонентную среду жизнедеятельности человека. Он характеризуется трехмерной ячеистой структурой, обусловленной наличием различных по форме, размерам и ориентации зданий, зеленых насаждений и элементов благоустройства. Это создает характерный для города неоднородный деятельный слой, между отдельными элементами которого развиваются процессы лучистого и турбулентного теплообмена.

Разнообразие деятельных поверхностей и сочетаний городских ландшафтов порождает разномасштабную мозаичность в распределении метеорологических элементов в зоне города, которая, главным образом, вызвана большими различиями температур инсолируемых и находящихся в тени элементов городской среды, а также чередованием испаряющих и неиспаряющих поверхностей. Термическая неоднородность городского деятельного слоя приводит к развитию локальных циркуляций, способствующих горизонтальному и вертикальному воздухообмену между отдельными участками городских пространственных структур (до 3м/с). В районах жаркого климата мозаичность структур оказывается особенно существенной и экологически значимой в связи с резко выраженными биоклиматическими контрастами между инсолируемыми и затененными участками городской территории.

С этими сложными микроклиматическими условиями города связаны многие стороны жизнедеятельности человека, находящегося как в помещении, так и особенно вне помещения, подвергающегося воздействию широкого комплекса климатических и антропогенных факторов окружающей среды.

Одним из наиболее важных компонентов биоклимата города является тепловой режим человека, комфортность которого при различных погодных условиях существенно зависит от особенностей объемно-композиционной, архитектурно-планировочной организации городской среды (этажность и плотность застройки, ориентация зданий и улиц, система озеленения и обводнения, благоустройства и т. д.).

Для планирования новых городов с многоэтажной и высотной застройкой, населенных пунктов, а также реконструкции сложившихся городских застроек необходимо на стадии проектирования заложить те основы архитектурно-строительных планировочных решений, направленных на формирование комфортного микроклимата, а следовательно, теплового состояния человека на основе биоклиматического прогноза.

Для количественных оценок теплового состояния человека данные факторов микроклимата города являются недостаточными. В этой связи для оценки теплового воздействия антропогенных факторов городской среды был принят критерий, выраженный в определенной количественной мере и отражающий физиологические реакции организма, определяющего показатель тепловой нагрузки в виде влаготеплотерии испарением FE г/ч.

С целью оценки теплового состояния человека в архитектурно-планировочных

структурах городской застройки были проведены летние натурные наблюдения микро- и биоклиматических характеристик в характерных придомовых территориях городских каньонов разной ориентации, озеленения и благоустройства с различными условиями инсоляции.

Человек, находясь в реальных условиях придомовых территорий городской среды, подвергается влиянию множества локальных факторов, оказывающих суммарное (интегральное) тепловое воздействие на организм. При передвижении или перемене места нахождения человека на территории городской застройки эти воздействия изменяются в соответствии с чередованием архитектурно-планировочных структур, сочетанием различных средств благоустройства и озеленения. В связи с чем, применение расчетных методов в данном случае встречает большие затруднения.

В связи со значительным разнообразием градостроительных задач при оценке локального (местного) влияния комплекса метеорологических факторов городской среды на тепловое состояние человека был использован ранее апробированный метод приближенного физического тела – вертикальный цилиндрический (ВЦ) термометр. Этот метод является наиболее практичным для количественной оценки тепловых нагрузок на человека от окружающей структурной среды застройки. При этом оценка тепловой нагрузки на организм человека FE г/ч в исследуемых пунктах городской территории (южного город СНГ) производится согласно шкале состояния человека по степени благоприятности (таблица 1).

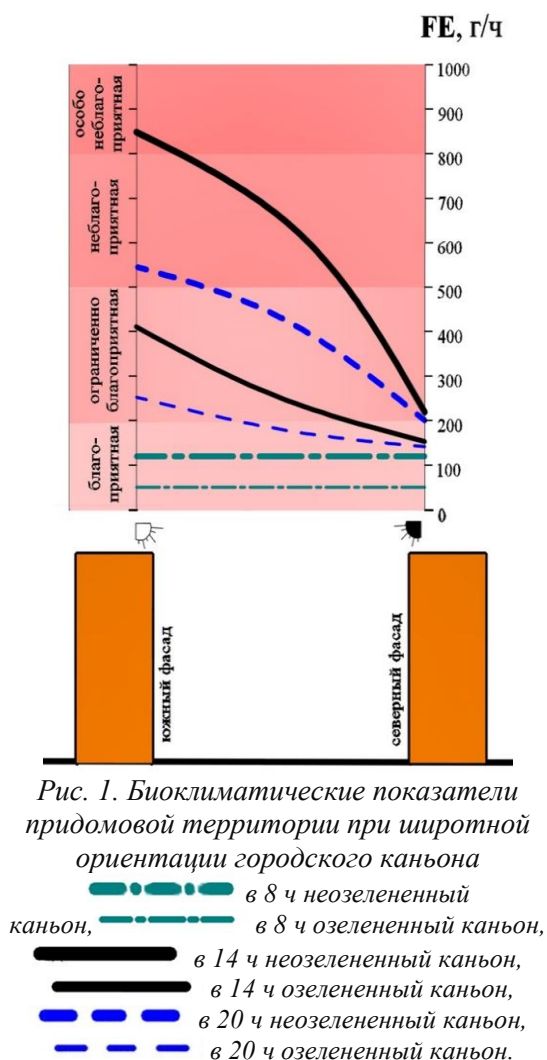
Таблица 1.

Критериальная зависимость теплового состояния человека и среды

| Степень благоприятности                       | Показатели  |  |  |
|---|---|--|--|
|   | Тепловое состояние среды  | Режим использования среды  | Меры регулирования   |
| 1   | 2   | 3  | 4  |
| Благоприятная, FE = 50...200 г/ч              | тепловой комфорт отсутствует, либо непродолжителен  | свободный функциональный эксплуатационный режим использования открытых пространств и помещений зданий  | специальные меры по улучшению среды застройки не требуются, возможное использование локальных солнцезащитных устройств   |
| Ограниченно-благоприятная, FE = 201...500 г/ч | дискомфорт на открытых территориях и в зданиях гражданского назначения составляет не более 0,3 процента продолжительности жаркого периода | функционально-эксплуатационный режим использования открытых пространств нарушается в дневные часы, помещений зданий в часы второй половины дня и вечерние часы | тепловой комфорт достигается применением солнцезащитных и ветрорегулирующих средств. Мерами благоустройства и озеленения |



| 1  | 2  | 3   | 4   |
|--|--|---|---|
| Неблагоприятная<br>FE = 501...800 г/ч              | тепловой дискомфорт на открытых территориях и в зданиях составляет от 0,3 до 0,5 процента продолжительности жаркого периода большей части суток либо круглосуточно | функционально-эксплуатационный режим использования открытых пространств и в помещениях зданий нарушается, возможно использование открытых пространств для вечернего и ночного отдыха                | комплексные архитектурно-планировочные меры по улучшению среды застройки в целом и использование инженерно-технические средства мелиорации биоклимата в зданиях |
| Особо неблагоприятно<br>FE = 801...900 г/ч и более | тепловой дискомфорт всей территории застройки продолжительностью более 0,5 процента жаркого периода круглосуточно  | режим жизнедеятельности нарушается круглосуточно, активность использования открытых пространств очень низкая, только деловые передвижения. Режим использования помещений зданий ночной с 01 до 08 ч | комплексные архитектурно-планировочные меры по улучшению среды застройки в целом и использование инженерно-технических средств мелиорации биоклимата в целом    |



Оценка теплового состояния человека производилась для июля месяца вертикальными цилиндрическими термометрами, установленными в характерных пунктах поперечного разреза придомового пространства, свойственного каньону для городских построек.



Рис. 2. Качественная и количественная картина термического режима городского каньона меридиональной ориентации

Результаты измерений показателей биоклимата и микроклимата были обобщены и для количественной и качественной оценки представлены на рис. 1, 2, 3, в которых установлены зависимости теплового состояния человека от планировочного решения застройки и придомовых территорий городского каньона, принципа их озеленения и благоустройства.

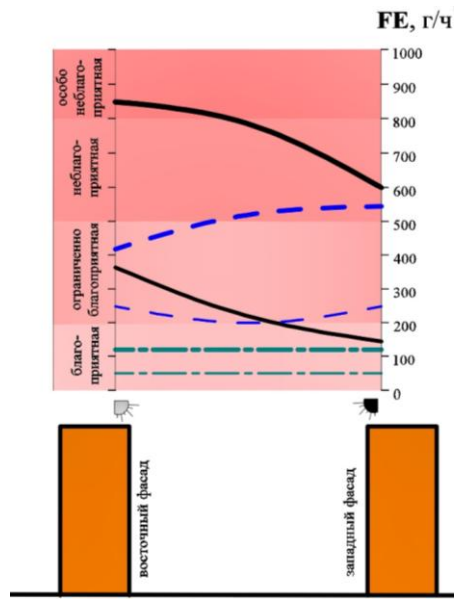


Рис. 3. Биоклиматические показатели придомовой территории при меридиональной ориентации городского каньона

в 8 ч неозелененный каньон, в 8 ч озелененный каньон, в 14 ч неозелененный каньон, в 14 ч озелененный каньон, в 20 ч неозелененный каньон, в 20 ч озелененный каньон.

Анализ результатов натуральных наблюдений био- и микроклиматических факторов показывает усиление тепловых нагрузок на человека до 850г/ч при переходе от территории озелененной территории каньонного пространства к неозелененной, при разности температуры соответственно 12...13°C, что позволяет оценить степень теплового состояния человека от благоприятного до неблагоприятного или особо неблагоприятного. Если у облучаемого фасада здания озелененного придомового каньонного пространства значение FE обычно превышает 800 г/ч, то возле теневого фасада озелененной территории под древесными насаждениями FE <150 г/ч.

Температура поверхности газонов, освещенных солнцем, примерно на 25°C ниже, чем асфальтированных поверхностей 65...68°C; благодаря более низкому излучению тепловые нагрузки на человека в условиях газонов на 80...100 г/ч ниже, чем над испаряющимися искусственными поверхностями. На территории придомового каньонного пространства биотермическая обстановка существенно зависит от объемно-планировочной структуры застройки и в особенности от условий озеленения (плотности насаждений и прозрачности древесных крон). В озелененной застройке, где преобладающая площадь затенения составляет до 95% крона-

ми деревьев, в жаркие летние дни создаются благоприятные термические условия (FE=70...150 г/ч). На территории новостроек, где древесные насаждения отсутствуют или слабо развиты, тепловые нагрузки мало отличаются от условий открытых пространств, достигая в отдельные жаркие дни 800 г/ч и более. Озеленение городской застройки осуществляется согласно требованиям нормативных документов в зависимости от условия инсоляции территории. При несовместном затенении характерных других пунктов изучаемой междомовой территории, когда затененные участки чередуются с инсолируемыми, формируется некоторое среднее тепловое воздействие, которое можно выразить средневзвешенной величиной тепловой нагрузки FE<500г/ч.

Отсюда видно, что биоклиматическая эффективность затенения возрастает с ростом площади и плотности затенения территории.

Как показывают данные измерения температуры физического тела, цилиндрический термометр, радиационный баланс тела человека, находящегося в тени от кроны, примерно на 70% ниже, чем на открытом участке, влагопотери испарением пота - до 60%.

В условиях придомового пространства на тепловое состояние человека имеют значение теплоинерционные инсолируемые стены и подстилающие поверхности. В условиях городов с жарким климатом для цветового решения фасадов зданий, принимаемых преимущественно светлые гамма-цвета, за счет высокой альбедо повышают отраженную радиацию на прилегающую придомовую территорию, заметно повышая тепловую нагрузку человека FE у стены до 100...120г/ч.

В итоге следует отметить, что в результате проведенных исследований оценки биоклимата человека, основывающегося на изучении теплового состояния человека, выявлены влияния структуры застройки, элементов деятельного слоя застройки, благоустройства и озеленения территории на тепловое состояние человека, а также разработана методология, позволяющая определить последовательность научно обоснованного прогнозирования биоклиматических условий городской среды.

В заключение необходимо отметить, что на основе натуральных обследований характерных городских территорий выявлены биоклиматические и микроклиматические различия, формирующиеся условием инсоляции, термическими характеристиками деятельной поверхности застройки, температурно-влаж-

ностными и ветровыми режимами конкретных участков. Исходя из этого, отмечается, что биоклиматические и микроклиматические различия, обуславливающие улучшение состояния городской среды, окружающей человека, могут быть предварительно запрограммированы на стадии планировки конкретной застройки путем выбора рациональных архитектурно-планировочных средств городской застройки, элементов солнцезащиты, благоустройства и озеленения территории, которые систематизированы нами применительно для городов, характеризующих жаркие климатические условия.

#### Литература:

1. Кондрор И.С., Демина Д.М., Ротнер Е.М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. М: Медицина, 1974, -176с.
2. Айзенштат Б.А. Рекомендации по описанию климата большого города. Часть 4. Показатели теплового состояния человека и характеристики биоклимата городской среды. Л: Гидрометеиздат, 1978. –66с.
3. Исаев А.Г. Экологическая климатология. М: Научный мир, 2001. -458с.
4. Умидова З.И. Физиология и патология сердечно-сосудистой систем в условиях жаркого климата. Ташкент, Госиздат УзССР, 1949. -296с.
5. Горомосов М.С. Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование. М: Медгиз, 1963. -134с.
6. Гиясов А. Регулирование микроклимата застройки городов в условиях жаркого климата. Автореферат дис. на соиск. уч. степ. доктора технических наук. М: -64с.
7. Гиясов А. Влияние структуры застройки на тепловое состояние человека. “Жилищное строительство”, М: “Ладья”, 2001, №9, -с.17-18.
8. Переведенцев Ю.П., Занди Р., Аухадеев Т.Р., Шанталинский К.М. Оценка влияния климата на человека в засушливых условиях юго-западного Ирана // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015, № 1, с.104–113.
9. More T.F. The structure of reaction behavior // J. of Leisure Research. Vol. 35, issue 4. 2003. – pp. 372-396.
10. Pilgram J.J. Jenkins J.M. Outdoor recreation management-N.Y,Routledge, 2001-84
11. Jendritzky G. Biolimatic mars of heat and cold stress of man/ -Zürcher Geogr. Hefte, 1984, №14, s. 101-102.

#### ҲОЛАТИ ГАРМИИ ИНСОН ДАР МАҲАЛҲОИ ПУРИМОРАТИ ШАҲРҲОИ БО ШАРОИТИ ИҚЛИМИ ГАРМ

*А. Гиясов, Ю.Г. Баротов*

Дар мақола омӯзиши масъалаҳои алоқаманд ба таъсири ҳазираҳои гарми шаҳр ба инсон ба таври васеъ вобаста ба параметрҳои саршумори муҳитро ихотақунанда ва аз хусусиятҳои фардии организми инсон омӯхта мешавад. Таъсири ҳарорати ҳазираҳои гарми шаҳр дар маҳалҳои пуриморат вобаста аз ҳалли тарҳи банақшагирӣ ва ҳалли конструктивӣ, ки паҳншавии он дар таносубҳои макро-, мезо-, микро- ва нано- мушоҳида карда мешавад. Вазифаи асосӣ дар лоиҳакашии маҳалҳои пуриморат истифодабарии ҳадди аксари шароитҳои мусоиди иқлимӣ бо восита ва усулҳои маъморӣ соҳмонӣ ва босамар паст намудани таъсирҳои номусоиди иқлим, ки муайянқунандаи ҳолати гармии инсон дар ҳазираҳои гарми шаҳранд.

**Калимаҳои калидӣ:** биоиклим, микроиклим, бино, маҳали пуриморат, банақшагирӣ, гармикоркардқунӣ, муҳит, ҳаловат, нурпошӣ, буғхориҷшавӣ.

#### THERMAL CONDITION OF THE PERSON IN DEVELOPMENT OF CITIES WITH A HOT CLIMATE CONDITION

*A.Giyasov, Yu.G. Barotov*

The article deals with the problems associated with the human influence on the urban heat Islands, to a large extent, depending on the numerous parameters of the environment and the individual characteristics of the human body. Thermal effects of heat Islands in urban areas, depending on the space-planning and architectural design solutions, are manifested in macro-, meso-, micro- and nano- scale distribution. Under these conditions, the main task of designing urban development should be the maximum use of favorable climatic conditions and effective neutralization of uncomfortable conditions that determine the thermal state of the human island heat architectural and construction methods and means.

**Key words:** bioclimate, microclimate, building, building, planning, heat production, environment, comfort, insolation, moisture loss.

#### Сведения об авторах:

Гиясов Адхам – д.т.н., проф. каф. «Проектирование зданий и сооружений» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, тел.+79854818033, e-mail: adham52@mail.ru.

Баротов Юнусджон Гулмуродович – асс. каф. «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ имени академика М.С. Осими, тел. +992989017038. e-mail: yungajon@mail.ru

## ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОНАБИВНОЙ СВАИ В ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

*А.Р. Рузиев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Излагаются особенности проектирования свайных фундаментов в просадочных грунтах, расчет свай в просадочных грунтах первого и второго типов, учет сил отрицательного трения на боковой поверхности сваи. Приводится пример расчета буронабивной сваи в просадочных грунтах II-типа.*

**Ключевые слова:** лёссовый просадочный грунт, свая, свайный фундамент, отрицательное трение, несущая способность сваи, расчетное сопротивление сваи, расчетная нагрузка на сваю.

Здания и сооружения в Республике Таджикистан возводятся в сложных инженерно-геологических условиях, обусловленных широким развитием лёссовых просадочных грунтов, высокой сейсмичностью региона и сложным рельефом территории.

Начиная с 2000 г., в Республике Таджикистан, особенно в г. Душанбе, началось строительство высотных жилых домов, важных общественных и административных зданий. При строительстве зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях возникает необходимость передачи нагрузки на более плотные и прочные глубоко залегающие грунты основания. Это достигается путем применения свайных фундаментов.

В соответствии с требованиями СП 24.13330.2011 [1] свайные фундаменты на территориях с просадочными грунтами применяются при возможности прорезки сваями всех слоев просадочных грунтов, а также технико-экономическим сравнением нескольких вариантов устройства оснований и фундаментов.

При этом нижние концы свай должны быть заглублены в крупнообломочные грунты, пески плотные и средней плотности, а также непросадочные пылевато-глинистые грунты твердые и полутвердые.

При расчете железобетонных свай **по прочности материала** она рассматривается как центрально-сжатая колонна и ее несущая способность определяется по формуле [1,2,3]

$$F_{dm} = \gamma_c \varphi (\gamma_{cb} R_b A_b + R_{sc} A_s); \quad (1)$$

где  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи ( $\gamma_c = 0,9$  при размере поперечного

сечения сваи  $d < 0,2$  м и  $\gamma_c = 1$  при  $d > 0,2$  м);

$\varphi$  — коэффициент продольного изгиба (для низкого ростверка  $\varphi = 1$ ; для высокого ростверка  $\varphi$  принимается по указаниям [1];

$\gamma_{cb}$  - понижающий коэффициент условий работы бетона: для забивных свай, свай-столбов и буроопускных свай  $\gamma_{cb} = 1$ , для набивных и буровых свай -  $\gamma_{cb} = 0,85$ ;

$R_b$  — расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, кПа;

$A_b$  — площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>;

$R_s$  — расчетное сопротивление сжатию арматуры, кПа;

$A_s$  — площадь сечения арматуры, м<sup>2</sup>.

В условиях просадочных грунтов расчет свай производится для случая полного замачивания околосовайного грунта с учетом развития сил отрицательного трения на боковой поверхности сваи. Отрицательное (негативное) трение, возникающее на боковой поверхности свай при просадке околосовайного грунта будет направлено вертикально вниз, и оно рассматривается как нагружающая (дополнительная) нагрузка на сваю.

Несущая способность свай **по прочности грунта** - это «предельное сопротивление основания одиночной сваи по условию ограничения развития в нем чрезмерных деформаций сдвига» [1] и может быть определена как по результатам статического испытания готовой сваи, так и по расчетным формулам СНиП. При статическом испытании несущая способность сваи определяется как разность между несущей способностью свай длиной  $l$  на вдавливающую нагрузку и несущей способностью свай длиной  $h_{sl}$  на выдергивающую нагрузку.

Расчет несущей способности свай в грунтовых условиях I-типа производится как в непросадочных грунтах. При этом значения сопротивления грунтов под нижними концами  $R$  и на боковой поверхности  $f_t$  сваи принимаются при показателе текучести, определяемом по формуле [1]

$$I_L = \frac{ke\gamma_w - w_p}{w_L - w_p}, \quad (2)$$

$e$  - коэффициент пористости грунта природной плотности;

$\gamma_w$  - удельный вес воды, принимаемый  $10 \text{ кН/м}^3$ ;

$\gamma_s$  - удельный вес твердых частиц,  $\text{кН/м}^3$ ;  
 $w_p, w_L$  - влажности грунта на границе раскатывания и текучести;

$k$  - коэффициент, принимаемый равным: 1,0 - для супесей, 0,9 - для суглинков и глин;

При значениях  $I_L < 0,4$ , полученных при расчете по формуле (2), для супесей и суглинков,  $I_L$  принимается равным 0,4.

Несущая способность свай  $F_d$  в грунтовых условиях II-типа определяется с учетом развития сил отрицательного трения в условиях полного водонасыщения грунтов в пределах слоев грунта до нейтральной глубины  $h_{sl}$ .

В пределах слоя  $h_{sl}$  по боковой поверхности сваи действует отрицательное трение, направленное вниз, а ниже - положительное сопротивление, направленное вверх.

В просадочных грунтах II-типа сваи по несущей способности рассчитывают по формуле [1]

$$N = (\gamma_0 \cdot F_d / \gamma_n \cdot \gamma_k) - \gamma_c \cdot P_n; \quad (3)$$

где

$N$  - расчетная нагрузка,  $\text{кН}$ , на одну сваю;

$F_d$  - несущая способность сваи,  $\text{кН}$ ;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, учитывающий повышение однородности грунтовых условий при применении свайных фундаментов, принимаемый равным  $\gamma_0 = 1$  при односвайном фундаменте и  $\gamma_0 = 1,15$  при кустовом расположении свай;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению сооружения, принимаемый равным 1,2; 1,15 и 1,10 соответственно для сооружений I, II и III уровней ответственности;

$\gamma_k$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным: 1,2 - если несущая способность сваи определена по результатам полевых испытаний статической нагрузкой;

1,25 - если несущая способность сваи определена расчетом по результатам статического зондирования грунта или по результатам динамических испытаний сваи;

1,4 - если несущая способность сваи определена расчетом, в том числе по результатам динамических испытаний сваи,

выполненных без учета упругих деформаций грунта;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи, значение которого принимают в зависимости от возможного значения просадки грунта  $s_{sl}$ : при  $s_{sl} = 5 \text{ см}$   $\gamma_c = 0$ ; при  $s_{sl} \geq 2s_u$   $\gamma_c = 0,8$ ; для промежуточных значений  $s_{sl}$   $\gamma_c$  определяют интерполяцией;

$P_n$  - отрицательная сила трения.

Несущая способность  $F_d$  буронабивных свай, опирающихся на все виды грунтов (кроме скальных), на сжимающую нагрузку определяется по формуле [1]

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + \gamma_{cf} u \sum f_i h_i); \quad (4)$$

где

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи; в случае опирания сваи на глинистые и лёссовые грунты со степенью влажности  $Sr < 0,85$  -  $\gamma_c = 0,8$ , в остальных случаях -  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_{cR}$  - коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;  $\gamma_{cR} = 1$  во всех случаях, за исключением свай с камуфлетными уширениями и буринъекционных свай, для которых этот коэффициент принимается равным 1,3.

$A$  - площадь поперечного сечения сваи или уширения,  $\text{м}^2$ ;

$R$  - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

$f_i$  - расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи,  $\text{кПа}$ , принимаемое по таблице [1];

$\gamma_{cf}$  - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый для буронабивных свай 0,7; для других видов свай - по [1];

$u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи,  $\text{м}$ ;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи,  $\text{м}$ ;

Расчетное сопротивление грунта  $R$  под нижним концом буронабивных свай, заглубленных в крупнообломочные грунты, определяется по формуле [1]

$$R = 0,75 a_4 (\alpha_1 \gamma'_1 d + \alpha_2 \alpha_3 \gamma_1 h); \quad (5)$$

где

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  - безразмерные табличные коэффициенты, принимаемые по [1] в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта основания,

принимаемого с введением понижающего коэффициента, равного 0,9;

$\gamma'_1$  — расчетное значение удельного веса грунта,  $\text{кН/м}^3$ , в основании сваи (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды);

$\gamma_1$  — осредненное (по слоям) расчетное значение удельного веса грунтов,  $\text{кН/м}^3$ , расположенных выше нижнего конца сваи (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды);

$d$  — диаметр, м, набивной и буровой свай, диаметр уширения (для свай с уширением), сваи-оболочки или диаметр скважины для сваи-столба, омоноличенного в грунте цементно-песчаным раствором;

$h$  — глубина заложения, м, нижнего конца сваи или ее уширения, отсчитываемая от природного рельефа или уровня планировки (при планировке срезкой).

Отрицательная сила трения  $P_n$  принимается равной наибольшему предельному сопротивлению сваи длиной  $h_{sl}$  по испытаниям выдергивающей нагрузкой согласно ГОСТ 5686 [4] в условиях полного замачивания грунта. В случае отсутствия данных испытаний значение  $P_n$  допускается определять по формуле [1]

$$P_n = u \sum_0^{h_{sl}} \tau_i h_i, \quad (6)$$

где

$u$  — периметр сечения ствола сваи, м, на участке длиной  $h_{sl}$ ;

$h_{sl}$  — расчетная глубина, м, до которой производится суммирование сил бокового трения проседающих слоев грунта, принимаемая равной глубине, где значение просадки грунта от действия собственного веса  $s_{sl,g}$  равно наименьшему значению допустимой деформации основания здания  $s_w$ ;

$\tau_i$  — расчетное сопротивление, определяемое по формуле

$$\tau_i = \zeta \sigma_{zg} \operatorname{tg} \varphi_I + c_I; \quad (7)$$

здесь  $\zeta$  — экспериментальный параметр, характеризующий боковое давление на контакте сваи с грунтом, определяемый по выражению

$$\zeta = \left( \frac{n_{\max}}{n_i} \right) \left( 1 + \frac{H_i}{H_0} \right)^{-0,5} \quad (8)$$

где

$n_{\max}$  — наибольшее значение пористос-

ти просадочных грунтов, принимаемое равным 0,55;  $n_i$  — пористость  $i$ -го слоя грунта в долях единицы;

$H_i$  — глубина расположения середины расчетного  $i$ -го слоя грунта, м;  $H_0 = 1\text{м}$ ;

$\sigma_{zg}$  — вертикальное напряжение от собственного веса водонасыщенного грунта,  $\text{кПа}$ ;

$\varphi_I$  и  $c_I$  — расчетные значения угла внутреннего трения, град., и удельного сцепления,  $\text{кПа}$ ,  $i$ -го слоя грунта.

**Пример.** Определить несущую способность и расчетную нагрузку на буронабивную сваю в просадочных грунтах II- типа мощностью  $H_{SL} = 17\text{м}$ .

Глубина котлована равна 3,0 м. Буронабивная свая диаметром 800 мм (0,8 м) и длиной 15,0 м армирована 8 стержнями арматуры диаметром 16 мм класса А-II. Класс бетона В25.

Бурение скважины осуществлено в обсадной трубе. Бетонирование произведено в скважине в сухих условиях. Длина погруженной части сваи — 14,7 м. Свая над поверхностью котлована выступает на 0,3 м (рис.).

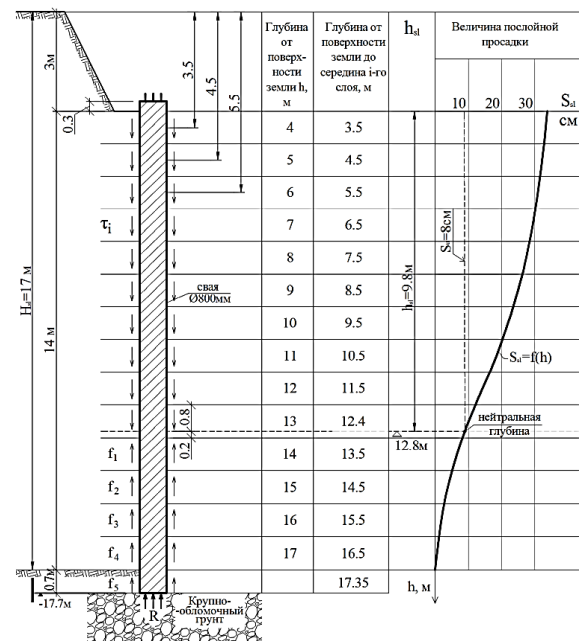


Рис. Расчетная схема сваи и график зависимости просадки от глубины  $S_{sl} = f(h)$

Просадочные грунты представлены легкими суглинками со следующими осредненными показателями: предел текучести  $w_l = 28\%$ , предел пластичности  $w_p = 19\%$ , плотность частиц грунта —  $\rho_s = 2,71\text{т/м}^3$ .

Значения плотности грунта и природной влажности по глубине приведены

в таблице 1.

Просадочная толща подстилается гравийно-галечниковыми отложениями с песчаным заполнителем.

Свая заглублена в гравийно-галечниковый грунт на 0,7м. Плотность и угол внутреннего трения подстилающего крупнообломочного грунта соответственно равны:  $\rho = 2,19 \text{ т/м}^3$ ;  $\varphi = 43^\circ$ .

Расчетная схема сваи и график зависимости просадки от глубины  $S_{st}=f(h)$  представлены на рисунке.

### Решение:

#### 1. Несущая способность сваи по прочности материала

Входящие в формулу (1) исходные данные приняты:

$$\gamma_{cb}=0,85;$$

$$\gamma'_{cb}=1,0;$$

$$\gamma_c=1,0;$$

$$\varphi=1,0;$$

$$R_b=14,5 \text{ МПа}=14500 \text{ кПа},$$

$$A_b=\pi d^2/4=0,5 \text{ м}^2,$$

$$R_{sc}=270 \text{ МПа}=270000 \text{ кПа};$$

$$A_s=2,011 \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Несущая способность сваи по прочности материала равна

$$\begin{aligned} F_{dm} &= 1,0 \cdot 1,0 (0,85 \cdot 1,0 \cdot 14500 \cdot 0,5 + \\ & 270000 \cdot 2,011 \cdot 8 \cdot 10^{-4}) = \\ & = 8529 + 434,4 = 8963,4 \text{ кН} = 896,34 \text{ тс}. \end{aligned}$$

#### 2. Несущая способность сваи по прочности грунта

Расчетную глубину  $h_{st}$ , до которой производится суммирование сил отрицательного трения, находим исходя из предельной деформации основания  $S_u=8 \text{ см}$ .

Как видно (см. рис.1) на графике  $S_{st}=f(h)$  расчетная глубина  $h_{st}$  равна 9,8м. Расчетное значение угла внутреннего трения нижнего крупнообломочного грунта с учетом понижающего коэффициента 0,9 составит  $\varphi=39^\circ$ . При глубине погружения нижнего конца сваи  $h=17,7 \text{ м}$ , диаметре сваи  $d=0,8 \text{ м}$  входящие в формулу (5) коэффициенты и параметры приняты:

$$\alpha_1=163,0; \alpha_2=260,0; \alpha_3=0,77; \alpha_4=0,22; \gamma'_1$$

$$= 2,19 \cdot 9,81 = 21,5 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_1 = (21,5 \cdot 0,7 + 1,61 \cdot 9,81 \cdot 14) / (0,7 + 14) =$$

$$= 16,07 \text{ кН/м}^3.$$

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи по формуле (5) будет равно

$$\begin{aligned} R &= 0,75 \cdot 0,22 (163,0 \cdot 21,5 \cdot 0,8 \\ & + 260,0 \cdot 0,77 \cdot 16,1 \cdot 17,7) = 9876 \text{ кПа}; \end{aligned}$$

Несущую способность сваи определим по формуле (4). Коэффициенты и параметры, входящие в формулу, равны:  $\gamma_c=1,0$ ;  $\gamma_{cR}=1,0$ ;  $\gamma_{cf}=0,7$ ;  $R=9876 \text{ кПа}$ ;  $A=\pi d^2/4=0,5 \text{ м}^2$ ;  $u=\pi d=2,512 \text{ м}$ .

Значения  $f_i$  приведены в таблице 1, а значения  $h_i$  - на рис. 1. Таким образом, несущая способность сваи будет равна

$$\begin{aligned} F_d &= 1,0 [1,0 \cdot 9876 \cdot 0,5 + 0,7 \cdot 2,512 \cdot \\ & (6 \cdot 1,2 + 7 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 80 \cdot 0,7)] = \\ & = 1,0 [4938 + 1,76 \cdot (7,2 + 7 + 10 + 20 + 56)] = \\ & 5114 \text{ кН} = 511,4 \text{ тс}. \end{aligned}$$

Как видно, несущая способность сваи по прочности грунта основания меньше, чем по прочности материала.

Дальнейший расчет ведется по меньшему значению, т.е.  $F_d = 5114 \text{ кН} = 511,4 \text{ тс}$ .

Расчетную нагрузку на сваю (расчетное сопротивление сваи) находим по формуле (3) с учетом сил отрицательного трения  $P_n$  величина которой приведена в таблице 1 ( $P_n=630 \text{ кН}$ ).

Все расчеты по определению  $P_n$  сведены в таблице. При исходных данных  $\gamma_0=1,0$ ;  $\gamma_n=1,15$  (для сооружений второго уровня ответственности);  $\gamma_k=1,4$ ;  $\gamma_c=0,8$  (при  $s_{st} \geq 2s_u$ ) расчетная нагрузка на сваю будет равна

$$\begin{aligned} N &= (\gamma_0 \cdot F_d / \gamma_n \cdot \gamma_k) - \gamma_c \cdot P_n = \\ & = (1,0 \cdot 5114 / 1,15 \cdot 1,4) - 0,8 \cdot 630 = 3176,4 - \\ & 504 = 2672,4 \text{ кН} = 267,24 \text{ тс}. \end{aligned}$$

Расчеты показали, что силы отрицательного трения, возникающие при просадке околоосвайного грунта, снижают расчетное сопротивление сваи  $N$  в пределах до 20%. Как видно, расчетная нагрузка на сваю без учета сил отрицательного трения составляет  $N=3176,4 \text{ кН}$ , а с учетом -  $N=2672,4 \text{ кН}$ . Силы отрицательного трения величиной  $P_n=504 \text{ кН}$  рассматриваются как дополнительная нагрузка на сваю. В данном случае коэффициент снижения расчетного сопротивления сваи составляет 0,84, что соответствует 16%.

Таблица

| Глубина от поверхности земли, м | Плотность грунта, т/м <sup>3</sup> | Природная влажность, % | Плотность сухого грунта, т/м <sup>3</sup> | Пористость грунта, % | Коэффициент пористости | Показатель текучести при $W_L$ | Удельное сцепление, с кПа при $W_L$ | Угол внутреннего трения, град. при $W_L$ | Природное давление $\sigma_{zg}$ , кПа, при $W_0$ | Природное давление $\sigma_{zg}$ , кПа, при $W_L$ | Относительная просадочн. $\varepsilon_{sl}$ при $\sigma_{zg}$ | Послойная просадка $S_{sl}$ , см | Расчетное сопротивление, кПа, $\tau_i = \zeta \cdot \sigma_{zg} \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$ | Параметр бокового давления $\xi$ | Отрицательная сила трения, кН, $P_n = \sum \tau_i \cdot h_i \cdot u$ | Расчетное сопротивление на боковой поверхности свая $f_i$ , кПа |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|---|----------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|----------------------------------|--|----------------------------------|--|---|
| 4                               | 1,61                               | 12,8                   | 1,38                                      | 49                   | 0,96                   | -                              | 7                                   | 15                                       | 61,1  | 69,3  | 0,010   | 33,7                             | 16,84  | 0,53                             | 42,27  | -   |
| 5                               | 1,56                               | 12,6                   | 1,39                                      | 49                   | 0,94                   | -                              | 7                                   | 15                                       | 76,5  | 86,8  | 0,012   | 32,7                             | 18,16  | 0,48                             | 45,58  | -   |
| 6                               | 1,56                               | 11,7                   | 1,40                                      | 48                   | 0,93                   | -                              | 8                                   | 17                                       | 91,8  | 104,3   | 0,014   | 31,5                             | 22,35  | 0,45                             | 56,10  | -   |
| 7                               | 1,57                               | 10,9                   | 1,41                                      | 48                   | 0,92                   | -                              | 8                                   | 17                                       | 107,1   | 122,0   | 0,017   | 30,1                             | 23,67  | 0,42                             | 59,41  | -   |
| 8                               | 1,57                               | 10,3                   | 1,42                                      | 48                   | 0,90                   | -                              | 9                                   | 16                                       | 122,5   | 139,9   | 0,022   | 28,4                             | 24,66  | 0,39                             | 61,90  | -   |
| 9                               | 1,58                               | 9,8                    | 1,43                                      | 47                   | 0,90                   | -                              | 9                                   | 16                                       | 137,9   | 157,8   | 0,028   | 26,2                             | 26,22  | 0,38                             | 65,81  | -   |
| 10                              | 1,58                               | 9,6                    | 1,44                                      | 47                   | 0,88                   | -                              | 11                                  | 15                                       | 153,4   | 175,9   | 0,032   | 23,4                             | 27,98  | 0,36                             | 70,23  | -   |
| 11                              | 1,60                               | 9,9                    | 1,45                                      | 47                   | 0,88                   | -                              | 11                                  | 15                                       | 168,9   | 194,0   | 0,038   | 20,2                             | 29,19  | 0,35                             | 73,27  | -   |
| 12                              | 1,61                               | 10,5                   | 1,46                                      | 46                   | 0,87                   | -                              | 13                                  | 15                                       | 184,6   | 212,2   | 0,043   | 16,4                             | 32,32  | 0,34                             | 81,13  | -   |
| 13                              | 1,64                               | 10,4                   | 1,47                                      | 46                   | 0,86                   | -                              | 15                                  | 16                                       | 200,4   | 230,5   | 0,039   | 12,1                             | 36,84  | 0,33                             | 73,97  | -   |
| 14                              | 1,67                               | 11,0                   | 1,48                                      | 45                   | 0,83                   | 0,96                           | 16                                  | 16                                       | 215,5   | 249,1   | 0,031   | 8,2                              | -  | -                                | $P_n =$  | 6   |
| 15                              | 1,71                               | 11,6                   | 1,49                                      | 45                   | 0,81                   | 0,87                           | 16                                  | 16                                       | 232,9   | 267,9   | 0,024   | 5,1                              | -  | -                                | $=630 \text{ кН}$  | 7   |
| 16                              | 1,76                               | 11,9                   | 1,50                                      | 44                   | 0,77                   | 0,73                           | 16                                  | 16                                       | 250,0   | 287,2   | 0,016   | 2,7                              | -  | -                                | -  | 10  |
| 17                              | -                                  | 12,5                   | 1,51                                      | 42                   | 0,73                   | 0,57                           | 16                                  | 16                                       | 267,3   | 306,9   | 0,011   | 1,1                              | -  | -                                | -  | 20  |
| 18                              | -                                  | 3,4                    | 2,19                                      | -                    | -                      | -                              | -                                   | -  | 285,3   | 327,7   | -   | -                                | -  | -                                | -  | 80  |

**Литература:**

- СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85-Свайные фундаменты. Актуализированная редакция».
- Мангушев Р.А. и др. Сваи и свайные фундаменты. –М.: Изд-во АСВ, 2015. 320 с.
- Справочник геотехника. Основания, фундаменты, подземные сооружения: Ильичев В.А., Мангушев Р.И. (ред.). М.: АСВ, 2014, -728 с.
- ГОСТ 5686—94 Грунты. Методы полевых испытаний сваями.

**ҲИСОБИ МУҲАНДИСИИ ҚОБИЛИЯТИ  
БОРБАРДОРИИ МЕХСУТУНҲОИ  
ПАРМАЧОҲӢ ДАР ХОКҲОИ  
ФУРӢРАВАНДА**

*А. Рӯзиев*

Дар мақола хусусиятҳои ҳоси лоиҳабандии таҳкурсии мексутунӣ дар шароити хокҳои фурӯраванда, ҳисоби қобилияти борбардорӣ мексутунҳо дар хокҳои фурӯравандаи тип I ва II, баҳисобгирии қувваҳои манфӣ (негативӣ) дар сатҳи паҳлуии мексутун оварда шудааст. Инчунин дар мақола намунаи ҳисоби қобилияти борбардорӣ мексутуни пармачоҳӣ дар хокҳои фурӯраванда оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** хокҳои лёсси

фурӯраванда, мексутун, таҳкурсии мексутунӣ, қувваи соиши манфӣ, қобилияти борбардорӣ мексутун, бори ҳисобӣ ба мексутун.

**ENGINEERING CALCULATION OF LOAD CAPACITY BORED PILES IN COLLAPSIBLE SOILS**

*A. Ruziev*

The features of design of pile foundations in subsidence soils, calculation of piles in subsidence soils of the first and second types, taking into account the forces of negative friction on the side surface of the pile. An example of calculation of bored piles in subsidence soils of II-type on the strength of the material and the strength of the soil base.

**Key words:** loess subsidence soil, pile, pile Foundation, negative friction, bearing capacity of the pile, design resistance of the pile, design load on the pile.

**Сведения об авторе:**

Рузиев Ахмадхон – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ имени академика М.С. Осими. Область научных интересов – строительная геотехника и геотехнология. Автор трех книг, 7 учебных и методических пособий, более 80 опубликованных научных трудов. Тел. 935319755.



## СОСТАВ ПОМЕЩЕНИЙ И ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Ахмад Джовид, Р.М. Шокиров, Н.Н. Хасанов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*Данная статья посвящена разработке принципов проектирования социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. Рассматриваются особенности учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного процессов. Приводятся основные типы социальных комплексов.*

**Ключевые слова:** *архитектурно-пространственная среда, дети с ограниченной функциональной возможностью, социальный комплекс, объемно-планировочное решение, медико-педагогические требования.*

Состав помещений социальных комплексов всех типов определяется исходя из:

-наличия функциональных блоков помещений, определяемых на основе главных циклов функционального процесса;

-ступенчатой структуры здания социального комплекса;

-практических рекомендаций педагогов и врачей, полученных при обследовании действующих спецшкол-интернатов;

Определение параметров помещений должно базироваться на учете таких факторов, как: расстановка необходимой мебели и оборудования в соответствии с методами медико-педагогических процессов, протекающих в конкретном помещении; габаритов мебели и специфических требований к ней; антропометрических и эргонометрических данных аномальных детей; создание оптимальных воздушных, световых и акустических режимов, а также согласования параметров помещений с требованиями МКРС (Модульной координации размеров в строительстве).

Форма плана для классов всех типов социальных комплексов может быть квадратной и выбор типа классного помещения основывается на учете следующих факторов:

1. Размещения 12-16 учебных столов по кругу (в школах для детей с недостатками зрения, слуха и речи) или на основе трехрядной расстановки (в остальных типах спецшкол) с наименьшим удалением задних столов от доски. Экспериментальные проверки, а также анализ отечественного и зарубежного опыта показали, что наиболее бла-

гоприятными формами планов классов при круговой расстановке ученических столов является круг, многогранник, квадрат, а при трехрядной - квадрат.

2. Преимущества классов квадратной формы в светотехническом отношении, выявленном совместным исследованием НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (НИИ гигиены детей и подростков АМН СССР) и кафедрой архитектуры МИСИ им. В.Б.Куйбышева [1].

3. Отечественных конструктивных систем, применяемых в гражданских зданиях массового строительства. Эти системы, основанные на использовании элементов заводского изготовления, ориентированы на взаимно перпендикулярное расположение их в общем архитектурно-конструктивном решении здания и исключают криволинейные или многогранные формы.

В качестве примера можно рассмотреть определение площади классного помещения социального комплекса для глухих, слабослышащих и детей с тяжелыми расстройствами речи.

В соответствии с "Положениями о спецшколах-интернатах" данного профиля [2,3] класс рассчитывается на обучение 12 человек.

Предметно-практический метод обучения с фронтальной, групповой и индивидуальной работой на тактильно-речевой и слухо-зрительной основе определяет размещение учебных столов полукругом с расположением в центре стола учителя и 2-х одноместных столов для индивидуального контроля учащихся.

Ученические столы, размерами 600х500 мм и стол учителя размерами 1200х600 мм стационарно закреплены в связи с расположением на них оборудования "микрофонного класса" (индивидуальных пультов на ученических столах и усилителя с коммутатором на столе учителя).

Из 12 ученических столов два расположены в центре, два параллельно стенам, а остальные 8 - по криволинейной кривой. Такое стационарное размещение

столов определяет площадь основной центральной зоны классного помещения. Выявим ее размеры. Диаметр этой зоны вычисляется, исходя из известной длины полуокружности, складывающейся из 8 длин

парт по 600 мм, т.е. 4,8, а  $\pi R=4.8$  м.  $R=1,5$  м., т.е.  $D=3,0$  м.  $D$ -диаметр полукруга, ограниченного внешними гранями ученических столов.

Состав и площади групп помещений

| № п/п | Наименование помещений  | Площади, в м <sup>2</sup>                          |   |   |  |
|-------|---|--|---|---|--|
|       |   | Школа для слепых и слабовидящих детей на 282 места | Школа для глухих, слабослышащих и детей с расстройством речи на 294 места | Школа для умственно-отсталых детей на 292 места | Школа для детей с поражением опорнодвигательного аппарата на 372 места |
| 1     | Группа помещений дошкольного отделения                                    | 357  | 240   | 240   | 288  |
| 2     | Группа учебно-жилых помещений   |  |   |   |  |
| А     | Учебно-жилая группа на 2 класса для учащихся младшего возраста            | 274  | 227   | 261   | 341  |
| Б     | Учебно-жилая группа на 4 класса для учащихся среднего и старшего возраста | 565  | 467   | 545   | 674  |
| 3     | Группа общешкольных помещений   |  |   |   |  |
| А     | Блок общешкольных учебных помещений                                       | 1057   | 287   | 134   | 497  |
| Б     | Блок зальных помещений  | 604  | 424   | 424   | 424  |
| В     | Блок учебно-производственных помещений                                    | 438  | 344   | 424   | 284  |
| Г     | Пищеблок  | 298  | 277   | 277   | 385  |
| Д     | Блок административно-хозяйственных и вспомогательных помещений            | 700  | 353   | 375   | 590  |
| Е     | Медицинский блок с изолятором   | 339  | 252   | 225   | 681  |

Для получения общей величины поперечного размера класса  $P$  к  $D$  необходимо прибавить ширину двух ученических столов (справа и слева от стола учителя) и сумму расстояний от парт до перегородки или шкафов и от парт до окна [1].

$$P_{\text{попереч.}} = D + 2V + 2P_2 + B1 = 3,0 + (2 \cdot 0,5) + (2 \cdot 0,8) + 0,4 = 6,0 \text{ м.}$$

где

$D$  - диаметр циркульной кривой расположения ученических столов;  $V$  - ширине ученического стола (500 мм);  $B1$  - ширина секционного шкафа (400 мм);  $P2$  - минимальное расстояние между ученическим столом и шкафом или подоконником.

Продольный размер класса (от доски до задней стены) складывается из расстояния  $P_1$  от доски до крайнего ученического стола, равного 2 м., длины первого ученического стола,  $a=0,6$  м, радиуса циркульной кривой расположения парт  $R=1,5$  м, ширины одного ученического стола  $v = 0,5$  м, а также еще одного ученического стола перед логопедическим зеркалом у задней стены ( $v = 0,5$  м) и расстояния между этими столами  $P_3 = 0,9$  м.

$$P_{\text{продольн}} = P_1 + a + v + P_3 + v = 2,0 + 0,6 + 1,5 + 0,5 + 0,9 + 0,5 = 6,0 \text{ м.}$$

У задней стены класса располагаются: -два логопедических зеркала со столами, в которых хранятся комплект

логопедических зондов, шпателей и экран для закрывания лица учителя;

-подставка размером 500x400 для проекционной аппаратуры;

-стол размером 1200x750 мм для индивидуального стационарного слухового усилителя.

Это оборудование размещается в зоне между полукругом ученических столов и задней стеной класса. Остальное оборудование класса, кроме умывальной раковины, (классная доска, экран, шторы, зеркала) размещаются на стенах класса и не влияют на его площадь.

Общая площадь классного помещения будет равна:

$$S_{\text{кл.}} = P_{\text{поперч.}} \times P_{\text{прод.}} = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$$

$$S \text{ на 1 ученика} = 36 : 12 = 3,0 \text{ м}^2/\text{уч.}$$

Этим же методом можно определить нормы площади всех основных помещений.

Высота классного помещения (от пола до пола вышележащего этажа) принимается 3,3 м. Эта высота отвечает требованиям МКРС и удовлетворяет при размере класса 6,0x6,0 м (36,0 м<sup>2</sup>) требования воздушного и светового режимов.

Объем воздуха на 1 ученика получается равным 9 м<sup>3</sup>, что обеспечивает нормированное количество (п.1.8.) доброкачественного воздуха для детей младшего возраста 16,6 м<sup>3</sup>/час при 2-х кратном обмене, для детей старшего возраста 26 м<sup>3</sup>/час - при 3-х кратном обмене. Коэффициент естественного освещения (КЕО) в наиболее удаленной эксплуатируемой части от окна (при устройстве ленточного остекления одной из сторон класса) равен 1,8-1,9% (в зависимости от материала переплетов). При устройстве дополнительного естественного освещения справа или сверху КЕО может быть доведен до 2,5% и выше.

На основе учета факторов, приведенных в начале и использования метода определения нормы площади, изложенного выше, была составлена сводная таблица составов и итоговых площадей помещений для всех 4-х типов специальных школ-интернатов.

#### Литературы:

1. Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры. – М.: Стройиздат, 1987.-200 с. – (Архитектору-проектировщику).

2. Положение о специальной школе-интернате для слабослышащих и позднооглохших детей. Минпрос СССР. 1978.

3. Степанов В.К., Шарапенко В.Г., Хасанов Н.Н. Здания для людей с недостатками зрения. Обзорная информация. - М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1985, №1.

#### ҲАЙАТИ ҲУЧРАҶО ВА АСОСҲОИ МУАЙЯНСОЗИИ АНДОЗАИ УНСУРҶОИ ҲАҚМИЮ ТАРҶИИ МАҚМААҶОИ ИҚТИМОЙ

*Аҳмад Ҷовид, Р.М. Шокиров, Н.Н. Ҳасанов*

Дар мақолаи мазкур асосҳои лоихакашии маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта, инчунин хусусиятҳои раванди таълимию тарбиявӣ ва табобатию барқароршавии хонандагон мавриди баррасӣ ва омӯзиш қарор гирифтааст.

**Калимаҳои калидӣ:** муҳити меъмориву фазогӣ, кӯдакони имконияти маҳдуддошта, маҷмааи иҷтимоӣ, ҳалли ҳақмию тарҷӣ, талаботи тиббию педагогӣ.

#### COMPOSITION OF PREMISES AND PRINCIPLES FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF VOLUME-PLANNING ELEMENTS OF SOCIAL COMPLEXES

*Ahmad Jovid, R.M. Shokirov, N.N. Khasanov*

This article is devoted to the development of the principles of designing social complexes for children with limited functionality. The features of the educational and medical-restorative processes are considered. The main types of social complexes are cited.

**Key words:** architectural and spatial environment, children with limited functionality, social complex, space-planning solution, medical and pedagogical requirements.

#### Сведения об авторах:

Ахмад Джовид – докторант (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С. Осими. Контактный телефон: +937 89491098. Email: jawed.ahmad@knauf.af

Шокиров Раджабали Махмадалиевич – докторант (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С. Осими. Контакт. телефон: +992 981 076105. Email: Rajabali.1992 <rajabali.1992@bk.ru>

Хасанов Нозимшо Назокатшоевич – к.арх., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С. Осими. Контакт. телефон: +992 907700712. Email: kapitelh@mail.ru.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ СЕЙСМОИЗОЛИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ КРУЧЕНИЯ И ПОВОРОТА ИНЕРЦИОННЫХ МАСС**

*Д.Н. Низомов, И.К. Каландарбеков, И.И. Каландарбеков*

*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ  
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В статье изложен алгоритм численного моделирования динамической задачи сейсмоизолированного здания с учётом поворота и кручения инерционных масс. Разработана компьютерная программа динамического расчета модели здания при различных внешних воздействиях. Исследуются свободные колебания динамической модели здания с различными граничными условиями от действия мгновенного импульса и гармонической нагрузки с целью определения резонансной частоты.

**Ключевые слова:** уравнение совместности, принцип двойственности, матрица податливости, матрица жёсткости, сейсмоизоляция.

Сейсмоизоляция считается одним из наиболее перспективных методов сейсмозащиты зданий и сооружений. Основная идея сейсмоизоляции состоит в том, чтобы увеличить основной период свободных колебаний здания и выйти из области преобладающих периодов сейсмических воздействий [2, 3, 6].

Рассмотрим динамическую систему с конечным числом степеней свободы, для которой дифференциальные уравнения равновесия, представленные в матричной форме, записываются в виде

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{U}} + \mathbf{D}\dot{\mathbf{U}} + \mathbf{K}\mathbf{U} = -\mathbf{F} + \mathbf{P}, \quad (1)$$

где

$\mathbf{M}, \mathbf{D}, \mathbf{K}$  – матрицы масс, демпфирования и жёсткости;  $\ddot{\mathbf{U}}, \dot{\mathbf{U}}, \mathbf{U}$  – векторы ускорений, скоростей и перемещений;  $\mathbf{F}$  – вектор внешнего воздействия в основании здания;  $\mathbf{P}$  – вектор заданных динамических нагрузок. Динамическую модель сейсмоизолированного здания представим таким образом, что каждая инерционная масса будет иметь по четыре степени свободы:  $u_x, \varphi_y, u_z, \varphi_x$  (рис.1). Дифференциальные уравнения продольных, изгибных и крутильно-поступательных движений модели здания с  $4n$  степенями свободы, где  $n$  – число инерционных масс, без учета затухания, записываются в виде

$$m_j \ddot{u}_j + \sum_{k=1}^n r_{jk}^u u_k = -m_j \ddot{u}_0 + p_{xj},$$

$$J_{y_j} \ddot{\varphi}_j + \sum_{k=1}^n r_{jk}^\varphi \varphi_k = -J_{y_j} \ddot{\beta}_0 + M_{y_j},$$

$$m_j \ddot{w}_j + \sum_{k=1}^n r_{jk}^w (w_k - e_k \theta_k) = -m_j \ddot{w}_0 + p_{zj},$$

$$J_{x_j} \ddot{\theta}_j + \sum_{k=1}^n r_{jk}^\theta \theta_k - \sum_{k=1}^n r_{jk}^w (w_k - e_k \theta_k) e_j = -J_{x_j} \ddot{\alpha}_0 + M_{x_j}, \quad (2)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n).$$

Здесь:  $u = u_x, \varphi = \varphi_y, w = u_z,$

$\theta = \varphi_x$  – линейные и угловые перемещения инерционных масс;  $e$  – эксцентриситет центра массы относительно центра жесткости;  $m_j$  – масса  $j$ -го уровня при поступательном движении;  $J_y, J_x$  – моменты инерции массы относительно осей  $y$  и  $x$  соответственно;  $\ddot{u}_0, \ddot{w}_0$  и  $\ddot{\beta}_0, \ddot{\alpha}_0$  – заданные линейные и угловые ускорения основания здания;  $r_{jk}^u, r_{jk}^w, r_{jk}^\varphi, r_{jk}^\theta$  – реактивные силы и моменты от единичных линейных и угловых перемещений;  $p_x, p_z, M_y, M_x$  – заданные динамические силы и моменты.

Для формирования матрицы жесткости  $\mathbf{K}$ , элементами которой являются коэффициенты  $r_{ij}$ , входящих в (2), используем метод сосредоточенных деформаций [5]. Формирование матрицы жесткости рассмотрим на примере динамической модели балки, которая разбита на конечные элементы МСД (рис. 2). Податливость связей, сосредоточенных по линиям между смежными  $i$  и  $i+1$  элементами, с учетом кручения, будет характеризоваться матрицей

$$\mathbf{B}_{i,i+1} = \mathbf{B}_{i,b} + \mathbf{B}_{i+1,a} = \text{diag} \left( \frac{1}{EF_{ib}}, \frac{1}{EJ_{yi,b}}, \frac{1}{GF_{zi,b}}, \frac{1}{GJ_{pi}} \right) \cdot b_i +$$

$$+ \text{diag} \left( \frac{1}{EF_{i+1,a}}, \frac{1}{EJ_{y,i+1,a}}, \frac{1}{GF_{z,i+1,b}}, \frac{1}{GJ_{p,i+1}} \right) \cdot a_{i+1}, \quad (3)$$

$$(i = 1, 3, \dots, n-1),$$

где

$J_p = J_x$  – полярный момент инерции сечения бруса. Сформированная из элементов (3) диагональная матрица

$$\mathbf{B} = \text{diag} (\mathbf{B}_1 \ \mathbf{B}_{12} \ \mathbf{B}_{23} \ \dots \ \mathbf{B}_{n-1,n} \ \mathbf{B}_{n+1}),$$

называется матрицей внутренней податливости системы [7]. Если сечение бруса в пределах  $h_i = b_i + a_{i+1}$  имеет постоянное значение, то из (3) получим матрицу внутренней жесткости, которую можно записать в виде

$$\mathbf{B}_{i,i+1} = \text{diag} \left( \frac{1}{EF_{i,i+1}} \quad \frac{1}{EJ_{yi,i+1}} \quad \frac{1}{GF_{zi,i+1}} \quad \frac{1}{GJ_{xi,i+1}} \right) h_i,$$

$$\mathbf{C}_{i,i+1} = \mathbf{B}_{i,i+1}^{-1} = \text{diag} (EF_{i,i+1} \quad EJ_{yi,i+1} \quad GF_{zi,i+1} \quad GJ_{xi,i+1}) / h_i, \quad (4)$$

$(i = 1, 3, \dots, n-1).$

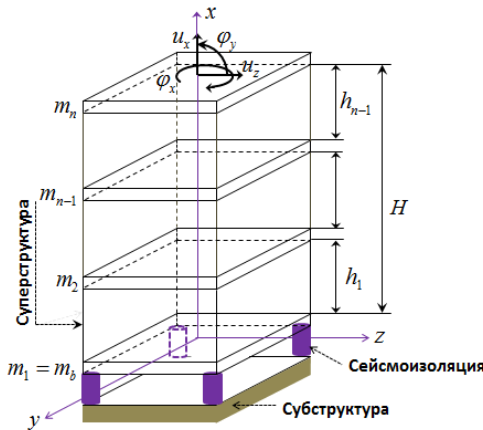


Рис. 1. Динамическая модель здания.

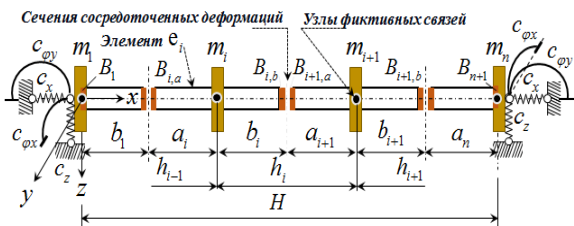


Рис. 2. К вычислению матрицы податливости.

При этом деформации опорных элементов  $e_1$  и  $e_n$  стекаются к сечениям 2 и  $n$  соответственно. Следовательно, в опорных сечениях 1 и  $n+1$  сосредотачиваются деформации только от упругоподатливых опор. В случае, когда опорные закрепления являются упругоподатливыми, то матрица внутренней жесткости опорных сечений будут равны

$$\mathbf{C}_1 = \mathbf{B}_1^{-1} = \text{diag} (c_x \quad c_{\phi y} \quad c_z \quad c_{\phi x})_1, \quad (5)$$

$$\mathbf{C}_{n+1} = \mathbf{B}_{n+1}^{-1} = \text{diag} (c_x \quad c_{\phi y} \quad c_z \quad c_{\phi x})_{n+1}. \quad (6)$$

где

$c_x, c_{\phi y}, c_z, c_{\phi x}$  – жесткости опор при растяжении-сжатии, изгибе, сдвиге и кручении.

Матрица внутренней жесткости для всей системы, которая состоит из  $n$  конечных элементов МСД и  $n+1$  сечений, с учетом (4)-(6) записывается в виде

$$\mathbf{C} = \text{diag} (\mathbf{C}_1 \quad \mathbf{C}_2 \quad \mathbf{C}_3 \quad \dots \quad \mathbf{C}_n \quad \mathbf{C}_{n+1}). \quad (7)$$

Следующая матрица, которая необходима для формирования матрицы внешней жесткости, является матрица коэффициентов системы уравнений равновесия. Из рассмотрения  $i$ -го конечного элемента (рис. 3), получаем

$$\begin{aligned} -N_{i,i-1} + N_{i,i+1} + m_{xi} \cdot \ddot{u}_i + P_{xi}(t) &= 0, \\ Q_{i,i-1} \cdot a_i + Q_{i,i+1} \cdot b_i + M_{yi,i-1} - M_{yi,i+1} + J_{yi} \ddot{\phi}_i + M_{\phi}(t) &= 0, \\ -Q_{i,i-1} + Q_{i,i+1} + m_{zi} \cdot \ddot{w}_i + P_{zi}(t) &= 0, \\ -M_{xi,i-1} + M_{xi,i+1} + Q_{i,i-1} \cdot e_i - Q_{i,i+1} \cdot e_i + J_{xi} \ddot{\theta}_i + M_{\theta}(t) + P_{\theta} e_i &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$

$(i = 2, 3, \dots, n-1).$

Здесь:  $N, Q$  – нормальные и поперечные силы;  $M_y, M_x$  – изгибающие и крутящие моменты;  $m_{xi} \cdot \ddot{u}_i, J_{yi} \ddot{\phi}_i, m_{zi} \cdot \ddot{w}_i, J_{xi} \ddot{\theta}_i$  – инерционные силы и моменты;  $P_{xi}(t), M_{\theta}(t), P_{zi}(t), M_{\phi}(t)$  – заданные динамические силы и моменты;  $e_i$  – эксцентриситет в плоскости  $yz$  вдоль оси  $y$ . Аналогичные (8) уравнения составляются для первого и  $n$ -го конечных элементов.

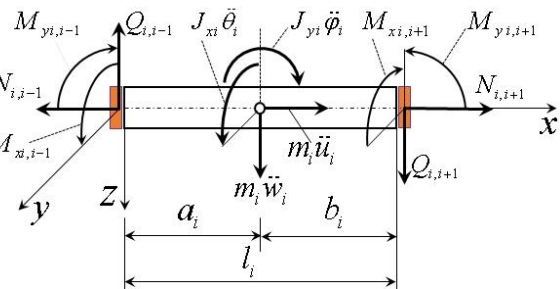


Рис.3. К составлению матрицы A.

Записав (8) для всех конечных элементов, получим систему уравнений, которую можно представить в матричном виде

$$\mathbf{AS} + \mathbf{P} = \mathbf{0}, \quad (9)$$

$$\mathbf{S} = (\mathbf{S}_1 \quad \mathbf{S}_2 \quad \dots \quad \mathbf{S}_n \quad \mathbf{S}_{n+1})^T,$$

$$\mathbf{S}_i = (N_i \quad M_{yi} \quad Q_i \quad M_{xi})^T,$$

$$\mathbf{P} = (\mathbf{P}_1 \quad \mathbf{P}_2 \quad \dots \quad \mathbf{P}_n)^T, \quad \mathbf{P}_i = (P_{xi} \quad M_{\phi i} \quad P_{zi} \quad M_{\theta i})^T,$$

$\mathbf{A}$  – прямоугольная матрица размера  $4n \times 4(n+1)$ . Уравнения, описывающие деформацию элементов балки известные как уравнения совместности

$$\mathbf{GU} + \mathbf{\Delta} = \mathbf{0}, \quad (10)$$

$$\mathbf{U} = (\mathbf{U}_1 \quad \mathbf{U}_2 \quad \dots \quad \mathbf{U}_n)^T, \quad \mathbf{U}_k = (u_x \quad \phi_y \quad u_z \quad \phi_x)^T,$$

$$\mathbf{\Delta} = (\mathbf{\Delta}_1 \quad \mathbf{\Delta}_2 \quad \dots \quad \mathbf{\Delta}_{n+1})^T,$$

$$\mathbf{\Delta}_k = (\Delta u_x \quad \Delta \phi_y \quad \Delta u_z \quad \Delta \phi_x)^T$$

связывают перемещения в узлах  $(\mathbf{U}_1, \mathbf{U}_2, \dots, \mathbf{U}_n)$  с деформациями элементов

$(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_{n+1})$  и являются геометрическими уравнениями для заданной системы, представленной на рис. 2. В силу закона сохранения энергии [1].

$$A_p = A_s, \quad (11)$$

где

$A_p, A_s$  – работы внешних и внутренних сил, определяемые как скалярное произведение векторов (строка на столбец)

$$A_p = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n A_{Pi} = \frac{1}{2} \mathbf{P}^T \cdot \mathbf{U},$$

$$A_s = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n A_{Si} = \frac{1}{2} \mathbf{S}^T \cdot \Delta, \quad (12)$$

$$\frac{1}{2} \mathbf{P}^T \cdot \mathbf{U} = \frac{1}{2} \mathbf{S}^T \cdot \Delta.$$

Из (9) и (10) следует, что

$$\mathbf{P}^T = -\mathbf{S}^T \mathbf{A}^T, \quad \Delta = -\mathbf{G} \mathbf{U}. \quad (13)$$

Подставив (13) в (12) с учетом (11), получим

$$-\frac{1}{2} \mathbf{S}^T \mathbf{A}^T \mathbf{U} = \frac{1}{2} \mathbf{S}^T \mathbf{G} \mathbf{U}, \quad \mathbf{G} = \mathbf{A}^T, \quad (14)$$

$$\mathbf{A}^T \mathbf{U} + \Delta = \mathbf{0}, \quad \Delta = -\mathbf{A}^T \mathbf{U}, \quad (15)$$

где

$\mathbf{A}^T$  – транспонированная матрица  $\mathbf{A}$ . Следовательно, матрицы уравнений равновесия (9) и уравнений совместности (10) являются взаимно транспонированными. Таким образом, матрица геометрических уравнений  $\mathbf{G}$  всегда является транспонированной по отношению к матрице статических уравнений  $\mathbf{A}$ , что следует из принципа двойственности [10]. Вектор  $\mathbf{P}$  является двойственным к вектору  $\mathbf{U}$ , а  $\mathbf{S}$  двойственный вектор к  $\Delta$ . Из этого принципа следует, что если получены уравнения равновесия, то при соответствующей замене легко можно получить геометрические уравнения и наоборот.

Из рассмотрения конечных элементов с фиктивными связями, в соответствии с законом Гука, вектор абсолютных деформаций представляется в виде

$$\Delta = \mathbf{B} \mathbf{S}, \quad (16)$$

где

$\mathbf{B}$  – матрица внутренней податливости,  $\mathbf{S}$  – вектор внутренних сил. Из (9) и (16) следует, что векторы внешних и внутренних сил могут быть представлены так:

$$\mathbf{P} = -\mathbf{A} \mathbf{S}, \quad \mathbf{S} = \mathbf{B}^{-1} \Delta = \mathbf{C} \Delta, \quad (17)$$

где

$\mathbf{C}$  – матрица внутренней жёсткости. Следовательно, вектор внешних сил с учетом равенство (15) записывается в виде

$$\mathbf{P} = -\mathbf{A} \mathbf{S} = -\mathbf{A} \mathbf{C} \Delta = \mathbf{A} \mathbf{C} \mathbf{A}^T \mathbf{U} = \mathbf{K} \mathbf{U} \quad \text{или}$$

$$\mathbf{K} \mathbf{U} = \mathbf{P}, \quad (18)$$

$$\mathbf{K} = \mathbf{A} \mathbf{C} \mathbf{A}^T, \quad (19)$$

здесь  $\mathbf{K}$  – матрица внешней жёсткости системы в статическом состоянии. Таким образом, решение статической задачи по МСД сводится к следующему. На первом этапе расчета объект исследования разбивается на конечные элементы МСД, и формируются матрицы  $\mathbf{C}$  и  $\mathbf{A}$ . Сформировав матрицу жесткости по (19) из решения (18), при заданном векторе внешних сил, определяется вектор искомых перемещений, а затем с использованием равенство (15) вычисляется вектор деформаций. На последнем этапе определяется вектор внутренних усилий (17). Решение динамической задачи сводится к рассмотрению системы дифференциальных уравнений (1), где матрица жесткости также формируется по (19).

С целью численного решения (1) производим аппроксимацию искомой функции во времени методом последовательных аппроксимаций [5] и векторы скоростей и ускорений, соответствующие моменту времени  $t_{n+1}$ , представим в виде

$$\dot{\mathbf{U}}_{n+1} = \beta_1 (\mathbf{U}_{n+1} - \mathbf{U}_n) / \tau - \beta_2 \dot{\mathbf{U}}_n - \tau \beta_3 \ddot{\mathbf{U}}_n, \quad (20)$$

$$\ddot{\mathbf{U}}_{n+1} = \alpha_1 (\mathbf{U}_{n+1} - \mathbf{U}_n) / \tau^2 - \alpha_2 \dot{\mathbf{U}}_n / \tau - \alpha_3 \ddot{\mathbf{U}}_n, \quad (21)$$

$(n = 0, 1, 2, \dots, N),$

где

$\tau = t_{n+1} - t_n$  – шаг интегрирования по времени,  $\alpha_i, \beta_i$  – коэффициенты аппроксимации. Записав (1) в момент времени  $t_{n+1}$  и вводя в это уравнение (20) и (21), получаем

$$\frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{M} \mathbf{U}_{n+1} + \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{D} \mathbf{U}_{n+1} + \mathbf{K} \mathbf{U}_{n+1} = \mathbf{P}_{n+1} - \mathbf{F}_{n+1} +$$

$$+ \frac{\alpha_2}{\tau^2} \mathbf{M} \mathbf{U}_n + \frac{\alpha_2}{\tau} \mathbf{M} \dot{\mathbf{U}}_n + \alpha_3 \mathbf{M} \ddot{\mathbf{U}}_n + \frac{\beta_2}{\tau} \mathbf{D} \mathbf{U}_n + \beta_2 \mathbf{D} \dot{\mathbf{U}}_n + \tau \beta_3 \mathbf{D} \ddot{\mathbf{U}}_n. \quad (22)$$

Матричное уравнение (22) можно представить в стандартной форме

$$\mathbf{K}^* \mathbf{U}_{n+1} = \mathbf{P}_{n+1}^*, \quad (23)$$

$$\mathbf{K}^* = \mathbf{K} + \frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{M} + \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{D}, \quad (24)$$

$$\mathbf{P}_{n+1}^* = \mathbf{P}_{n+1} - \mathbf{F}_{n+1} + \mathbf{M} \mathbf{A}_n + \mathbf{D} \mathbf{V}_n, \quad (25)$$

$$\mathbf{A}_n = \left( \frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{U}_n + \frac{\alpha_2}{\tau} \dot{\mathbf{U}}_n + \alpha_3 \ddot{\mathbf{U}}_n \right),$$

$$\mathbf{V}_n = \left( \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{U}_n + \beta_2 \dot{\mathbf{U}}_n + \tau \beta_3 \ddot{\mathbf{U}}_n \right).$$

Здесь  $\mathbf{A}_n, \mathbf{V}_n$  – векторы псевдо ускорений и псевдо скоростей. Матрица демпфирования в (24) и (25) может быть представлена по Релею [8].

$$\mathbf{D} = a\mathbf{M} + b\mathbf{K}, \quad (26)$$

где

$a$  и  $b$  – произвольные коэффициенты пропорциональности. Как отмечено в работе [4], когда матрица затухания пропорциональна матрице масс, высшие формы колебаний будут иметь очень малое затухание, а когда затухание пропорционально матрице жесткости, то высшие формы колебаний будут сильно демпфированы.

**Пример.** Исследование свободных колебаний модели 9-этажного здания каркасной структуры с ядром жесткости (рис.4). Здание, размерами в плане 18×18м, сеткой колонн 6×6м, высотой этажа 3м, покоится на фундаментной плите толщиной 1м. Плиты перекрытий толщиной  $\delta = 0,2$  м. Модуль упругости материала  $E = 2 \cdot 10^6$  т/м<sup>2</sup>, модуль сдвига  $G = 0,8 \cdot 10^6$  т/м<sup>2</sup>, объемный вес  $\gamma_0 = 2,5$  т/м<sup>3</sup>. Предполагается, что в опорной части здания устанавливаются 20 резинометаллических опор.

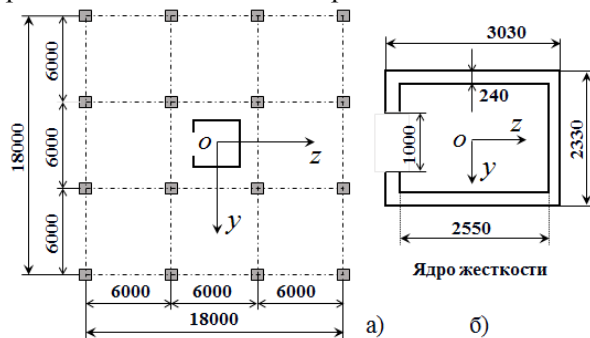


Рис. 4. Схема плана здания (а) и ядра жесткости (б).

Блочная диагональная матрица масс здания состоит из 10 блоков каждый, и который описывает компонент инерционных масс соответствующего уровня

$$\mathbf{M} = \text{diag}(\mathbf{M}_1 \ \mathbf{M}_2 \ \dots \ \mathbf{M}_{10}),$$

$$\mathbf{M}_i = \text{diag}(m_{xi} \ J_{yi} \ m_{zi} \ J_{xi}), \quad i = 1, 2, \dots, 10,$$

где компоненты диагонального блока

$\mathbf{M}_1$  будут равны [5 с. 136]:

$$m_{x1} = m_{z1} = 0,8257 \cdot 10^2 \text{ тс}^2/\text{м};$$

$$J_{y1} = 0,2229 \cdot 10^4 \text{ тм} \cdot \text{с}^2; \quad J_{x1} = 0,4459 \cdot 10^4 \text{ тм} \cdot \text{с}^2.$$

Остальные блоки матрицы  $\mathbf{M}$  представляются в виде

$$\mathbf{M}_i = \text{diag}(0,3219 \cdot 10^2 \ 0,3709 \cdot 10^3 \ 0,3219 \cdot 10^2 \ 0,7134 \cdot 10^3),$$

$$i = 2, 3, \dots, 10.$$

Жесткостные характеристики приведенного стержня при растяжении и сжатии, изгибе, сдвиге и кручении будут равны:

$$EF_x = 9,324 \cdot 10^6 \text{ т}; \quad EJ_y = 2,351 \cdot 10^8 \text{ тм}^2;$$

$$GF_z = 3,108 \cdot 10^6 \text{ т}; \quad GJ_x = 1,877 \cdot 10^8 \text{ т}.$$

Блочная диагональная матрица внутренней жесткости модели 9-этажного здания с 10 массами и 11 сечениями, где сосредоточены деформации, представляется в виде

$$\mathbf{C} = \text{diag}(\mathbf{C}_1 \ \mathbf{C}_2 \ \mathbf{C}_3 \ \dots \ \mathbf{C}_{10} \ \mathbf{C}_{11}),$$

$$\mathbf{C}_j = \text{diag}(EF_x \ EJ_y \ GF_z \ GJ_x) / h_{j-1},$$

$$j = 2, 3, \dots, 10,$$

$$\mathbf{C}_1 = \text{diag}(c_x \ c_{\varphi_y} \ c_z \ c_{\varphi_x}),$$

$$\mathbf{C}_{11} = \text{diag}(0 \ 0 \ 0 \ 0).$$

Ленточная матрица  $\mathbf{A}$  размера 40×44 формируется из коэффициентов систем уравнений равновесия (8). Квадратная матрица внешней жесткости, полученная по формуле (19), имеет размер 40×40.

Разработанные алгоритм и компьютерная программа, на основе МСД и последовательной аппроксимации искомой функции во времени, реализованы на примере исследования свободных колебаний многоэтажного здания с сейсмоизоляцией. Результаты численного решения получены для модели здания с различными граничными условиями: М1 – жесткое защемление в основании; М2 – упругие опоры; М3 – сейсмоизоляция. В модели М2 предполагается, что упругие опоры отражают податливость основания. Диагональная матрица жесткости принята в таком виде [9].

$$\mathbf{C}_1 = \text{diag}(c_x \ c_{\varphi_y} \ c_z \ c_{\varphi_x}) =$$

$$= \text{diag}(2 \cdot 10^{20} \ 0,6 \cdot 10^8 \ 1,2 \cdot 10^6 \ 2 \cdot 10^{10}).$$

В модели М3 упругие опоры, соответствующие жесткостным характеристикам резинометаллических опор, принимается следующие жесткостные характеристики

$$c_z = 20 \times 0,275 \cdot 10^3 \text{ тс}/\text{м}; \quad c_x = 2 \cdot 10^8 \text{ тс}/\text{м};$$

$$c_{\varphi_y} = 2 \cdot 10^6 \text{ тс} \cdot \text{м}; \quad c_{\varphi_x} = 2 \cdot 10^5 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

На рис. 5 сравниваются графики свободных колебаний моделей М1 и М3 без учета и с учетом затухания, полученные от действия мгновенного импульса, распределенного по треугольному закону. Видно, что в случае модели с сейсмоизоляцией период и амплитуда свободных колебаний значительно увеличиваются.

На рис.6 и 7 приведены графики резонансных колебаний моделей М, М2 и М3 при действии горизонтальной вибрационной нагрузки, приложенной к массе  $m_{10}$

$$P(t) = P_0 \sin \theta t = P_0 \sin(2\pi / T_p) t .$$

Периоды резонансных колебаний практически совпадают с периодами свободных колебаний исследуемых моделей, полученных от действия мгновенного импульса.

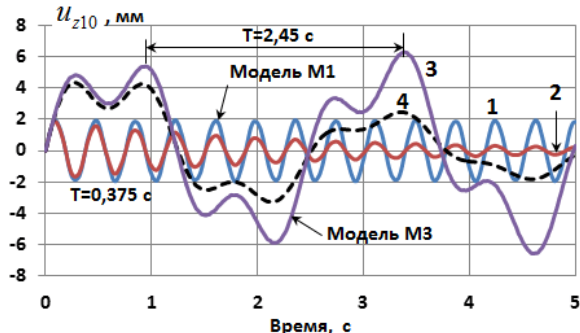


Рис. 5. Горизонтальные колебания  $m_{10}$ : M1-кривые 1 и 2; M3-кривые 3 и 4 (LRB-6).

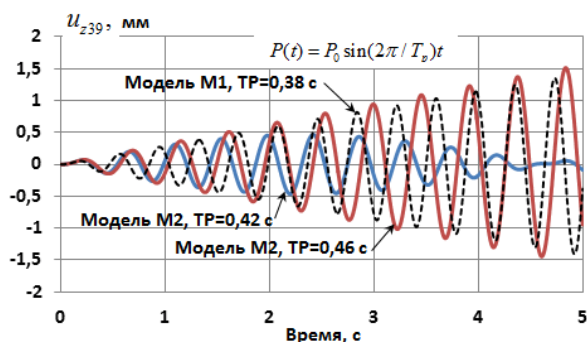


Рис. 6. Резонансные колебания моделей M1 и M2

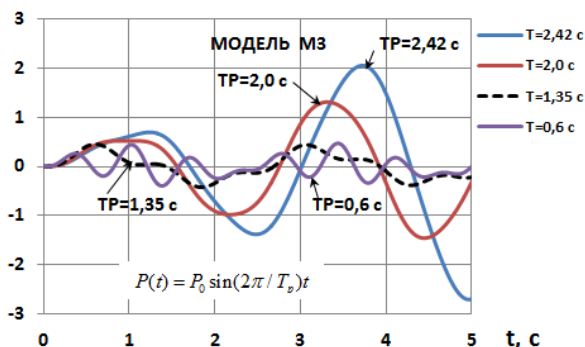


Рис. 7. Колебания модели M3 при различных значениях частоты гармонической нагрузки.

На основе проведенных численных экспериментов можно сделать вывод. Разработанная математическая модель позволяет исследовать свободные колебания зданий с учетом поворота и кручения инерционных масс. Учет сейсмоизоляции приводит к значительному увеличению амплитуды и периода свободных колебаний. Практическое совпадение частот, полученных по двум способам, подтверждает достоверность полученных результатов.

### Литература:

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 607 с.
2. Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К., Низомов Д.Н. Сейсмоизоляция как средство защиты зданий от землетрясений. Наука и инновация. ТГНУ, 2017, с. 133-136.
3. Каландарбеков И.К., Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И. Сравнительный анализ различных типов сейсмоизоляции в многоэтажных зданий. Известия АН РТ. Отд. физико - матем., химич., геолог. и техн. наук, №4(165), 2016. – С. 58-64.
4. Клаф Р., Пензиен Дж. Динамика сооружений. – М.: Стройиздат, 1979. – 320 с.
5. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К. Метод сосредоточенных деформаций. – Душанбе: «Дониш», 2015. – 436 с.
6. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К., Ходжибоев А.А. Численный анализ модели сейсмоизолированного многоэтажного здания. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.-Москва, 2017, №3.-С.16-20.
7. Ржаницын А.Р. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1991. – 439 с.
8. Смирнов А.Ф. и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. – М.: Стройиздат, 1984. – 416 с.
9. Шапиро Г.А. и др. Вибрационные испытания зданий.-М.: Стройизд., 1972.-160с.
10. Шапошников Н.Н., Иванов-Дятлов В.И., Трубаев А.С. Вычислительная механика. Часть 2. - - М.: МИИТ, 2005. – 72 с.

### ТАДҚИҚОТИ ЛАПШИШИ ОЗОДИ БИНОҲОИ ДОРОИ МАҲДУДКУНАҚҲОИ СЕЙСМИКӢ БО НАЗАРДОШТИ ТОБХӢРӢ ВА ГАРДИШИ МАССАҲОИ ИНЕРТСИОНӢ Ҷ.Н. Низомов, И.Қ. Каландарбеков, И.И. Каландарбеков

Дар мақола алгоритми моделкунонии ададии ҳалли масъалаҳои динамикии биноҳои дорои маҳдудкунақҳои сейсмикӣ ва бо назардошти тобхӯрӣ ва гардиши массаҳои инертсионӣ оварда шудааст. Барномаи компютери ҳисоби динамикии модели биноҳо ҳангоми таъсири ҳар гуна таъсирот коркард шудааст.

Тадқиқот оид ба лапшиши озоди модели динамикии биноҳо бо ҳар гуна шартҳои канорӣ аз таъсири импульси лаҳзагӣ ва қувваҳои гармоникӣ бо мақсади муайян намудани зудии резонанс гузаронида шудааст.



**Калимаҳои калидӣ:** муодилаҳои яқоя, принсипи духусусиятӣ, матрисаи нармӣ, матрисаи сахтӣ, ҷудокунаки сейсмикӣ.

**STUDY OF FREE VIBRATIONS OF SEISMO-ISOLATED BUILDINGS TAKING INTO ACCOUNT THE TURNING AND TURN OF INERTIAL MASSES**

*D.N. Nizomov, I.K. Kalandarbekov, I.I. Kalandarbekov*

The article presents an algorithm for the numerical simulation of the dynamic problem of a seismically isolated building taking into account rotation and torsion of inertial masses. A computer program has been developed for dynamic design of a building model under various external influences. Free oscillations of the dynamic model of a building are investigated with different boundary conditions from the

action of an instantaneous pulse and harmonic load to determine the resonance frequency.

**Key words:** compatibility equation, duality principle, compliance matrix, stiffness matrix, seismic isolation.

**Сведения об авторах:**

Низомов Джахонгир Низомович – д.т.н., профессор, член-корреспондент АН РТ, заведующий лабораторией сейсмостойкости зданий и сооружений Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. E-mail: [ties@mail.ru](mailto:ties@mail.ru), [nizomov-jn@mail.ru](mailto:nizomov-jn@mail.ru)

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – д.т.н., главный научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. E-mail: [kalandarbekov-55@mail.ru](mailto:kalandarbekov-55@mail.ru)

Каландарбеков Ифтихор Имомёрбекович – аспирант. E-mail: [iftikhor791@mail.ru](mailto:iftikhor791@mail.ru)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ФРАГМЕНТА ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНСТРУКЦИИ БЕЗРИГЕЛЬНОГО КАРКАСА**

*Д.Н. Низомов, Л.Ш. Шарипов, И.С. Муминов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими  
Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ*

*В статье изложены результаты численного решения динамической задачи модели фрагмента безригельного каркаса при различных воздействиях. Рассматривается двухэтажная модель фрагмента здания, где результаты численного анализа сравниваются с данными аналитического решения.*

**Ключевые слова:** безригельный каркас, рамно-связевая система, численное моделирование, математическая модель, матрица жесткости, шаговый метод, диагональная связь.

**Введение.** Как известно, конструкции **безригельного каркаса (КБК)** предназначены для применения как в обычных условиях, так и в условиях с сейсмичностью 7-9 баллов по шкале MSK-64. Сборно-монолитные каркасные здания серии «КУБ» (каркас универсальный безригельный) от традиционных сборно-каркасных систем отличаются отсутствием ригелей, роль которых выполняют плиты перекрытия, а также использованием многоярусных колонн без выступающих частей. При этом внутренние и наружные стены выполняют только ограждающие функции. Система КУБ выполняется из сборных элементов: колонны с оголенными рабо-

чими стержнями в плоскости перекрытий, надколонная плита с металлическими воротниками в отверстиях для соединения с колонной; межколонная и средняя плиты.

В монолитных безригельных каркасах сплошная железобетонная плита опирается непосредственно на колонны. Стальной опорный столик – воротник заводского изготовления (рис. 1) обеспечивает жесткое сопряжение плиты с колоннами и прочность плиты на продавливание по периметру колонны, создает скрытую балку по осям колонн (рис. 2).

В сейсмических районах применяется рамно-связевая схема КБК с использованием связей или диафрагм жесткости.

Для исследования статической работы узла стыка плиты с колонной и динамической несущей способности – среза статически нагруженной плиты в плоскости колонны от динамического воздействия построены узлы стыка плиты с колонной в натуральную величину с обычным и композитным армированием. Также построен фрагмент двухэтажного здания с безригельным каркасом из монолитного железобетона в масштабе 1:2 (рис. 3).

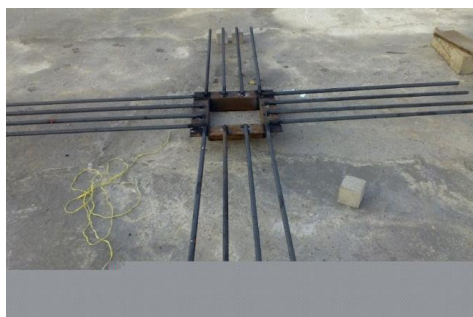


Рис. 1. Стальной опорный столик – воротник заводского изготовления для соединения монолитной плиты с колонной и создания скрытой балки по осям колонн



Рис. 2. Стальной опорный столик – воротник в процессе армирования узла стыка плиты с колонной; замкнутый уголок столика сваркой соединяется с рабочей арматурой колонны; опорная рабочая арматура плиты-балки создает арматурный каркас, который обеспечивает рамную систему в обоих направлениях

**Физическая модель.** Рассмотрим физическую модель фрагмента безригельного каркаса в масштабе 1:2 (рис. 4). Модель состоит из двух ячеек  $3 \times 3$  м, 6-ти колонн сечением  $a \times b = 20 \times 20$  см, плиты размерами  $A \times B = 7,5 \times 4,5$  м, толщиной  $\delta = 8$  см. Учитывая, что плиты жестко соединяются с колоннами, динамическая расчетная схема модели принимается в виде двухэтажной рамы (рис. 4, с).



Рис. 3. Фрагмент двухэтажного здания с безригельным каркасом из монолитного железобетона в 1:2 натуральную величину с которым проводятся статические и динамические исследования

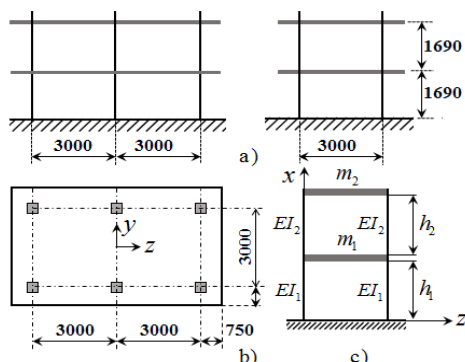


Рис. 4. Физическая модель фрагмента здания-а, б и ее динамическая расчетная схема-с.

Массы рамы приняты сосредоточенными в уровнях плит, а колонны предполагается невесомыми. Следовательно, мы имеем систему с двумя степенями свободы, где сосредоточенные массы равны:

$$m_1 = m_p + m_{c1}, m_2 = m_p + m_{c2},$$

$$m_p = AB \delta \gamma_p / g = 7,5 \cdot 4,5 \cdot 0,08 \cdot 2,5 / 9,81 = 0,6881 \text{ тс}^2/\text{м},$$

$$m_{c1} = 6 \cdot ab(h_1 / 2 + h_2 / 2) \gamma_c / g =$$

$$= 6 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 1,69 \cdot 2,5 / 9,81 = 0,1034 \text{ тс}^2/\text{м},$$

$$m_{c2} = 6 \cdot ab(h_2 / 2) \gamma_c / g =$$

$$= 6 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot (1,69 / 2) \cdot 2,5 / 9,81 = 0,05168 \text{ тс}^2/\text{м},$$

$$m_1 = 0,6881 + 0,1034 = 0,7915 \text{ тс}^2/\text{м}, \quad (1)$$

$$m_2 = 0,6881 + 0,05168 = 0,7398 \text{ тс}^2/\text{м}. \quad (2)$$

Изгибная жесткость каждой колонны рамы (рис.4,с) состоит из суммы трех жесткостей, так как модель фрагмента состоит из шести колонн

$$EI_1 = EI_2 = 3 \cdot E \cdot ab^3 / 12 =$$

$$3 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot (0,2 \cdot 0,2^3 / 12) = 800 \text{ тм}^2.$$

**Определение частот свободных колебаний.** С целью определения частоты свободных колебаний динамической модели используем метод перемещений (Киселев В.А.,1980), где определитель для системы с двумя степенями свободы записывается в виде

$$\det = \begin{vmatrix} r_{11} - m_1 \omega^2 & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} - m_2 \omega^2 \end{vmatrix} = 0. \quad (3)$$

Здесь реакции  $r_{11}$ ,  $r_{22}$ ,  $r_{12} = r_{21}$  вычисляются как обычно от единичных

перемещений (рис.5), приложенных в точках, в которых находятся массы (рис.6):

$$h = h_1 = h_2 = 1,69 \text{ м},$$

$$EI = EI_1 = EI_2 = 800 \text{ тм}^2,$$

$$r_{11} = 24EI_1 / h_1^3 + 24EI_2 / h_2^3 = 48EI / h^3 = 0,7956 \cdot 10^4 \text{ т/м}$$

$$r_{12} = r_{21} = -24EI_2 / h_2^3 = -24EI / h^3 = -0,3978 \cdot 10^4 \text{ т/м},$$

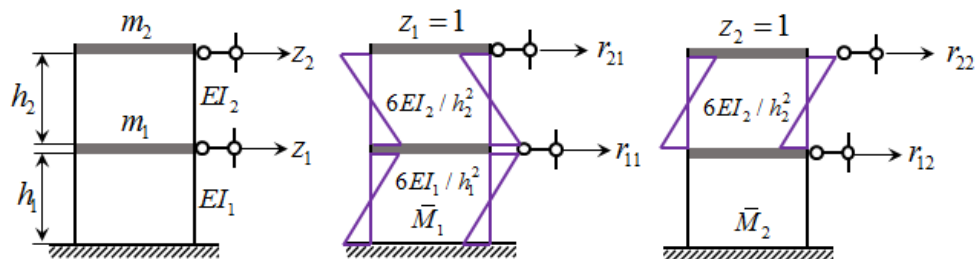


Рис. 5. Основная система и эпюры моментов от единичных перемещений.

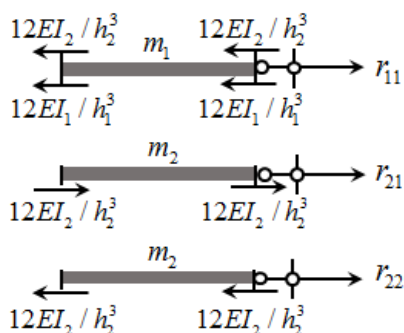


Рис. 6. К определению реакции от единичных перемещений

Из решения (5) с учетом (1), (2) и (4) получаем

$$\omega_1 = 44,88 \text{ рад/с}, \quad \omega_2 = 115,8 \text{ рад/с},$$

соответствующие периоды свободных колебаний

$$T_1 = 0,140 \text{ с}, \quad T_2 = 0,05425 \text{ с}. \quad (6)$$

Для исследования динамического поведения модели при различных воздействиях в виде начального перемещения, начальной скорости, ударной или вибрационной нагрузки, с учетом пригруза, требуется проведение численного моделирования динамической задачи системы с конечным числом степеней свободы.

**Математическое моделирование.** Рассмотрим динамическую систему с конечным числом степеней свободы, для которой дифференциальные уравнения равновесия, представленные в матричной форме, записываются в виде

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{U}} + \mathbf{D}\dot{\mathbf{U}} + \mathbf{K}\mathbf{U} = \mathbf{P}, \quad (7)$$

где

$\mathbf{M}, \mathbf{D}, \mathbf{K}$  – матрицы масс, демпфирования и жесткости;  $\ddot{\mathbf{U}}, \dot{\mathbf{U}}, \mathbf{U}$  – векторы ускорений, скоростей и перемещений;

$$r_{22} = 24EI_2 / h_2^3 = 24EI / h^3 = 0,3978 \cdot 10^4 \text{ т/м}. \quad (4)$$

Раскрывая определитель (3), получим квадратное уравнение относительно  $\lambda = \omega^2$

$$a\lambda^2 - b\lambda + c = 0, \quad (5)$$

$$a = m_1 m_2, \quad b = r_{11} m_2 + r_{22} m_1, \quad c = r_{11} r_{22} - r_{12}^2$$

$\mathbf{P}$  – вектор заданных динамических нагрузок. С целью численного решения (1) производим аппроксимацию искомой функции во времени методом последовательных аппроксимаций (Низомов Д, Каландарбеков И, 2015) и векторы скоростей и ускорений, соответствующие моменту времени  $t_{n+1}$ , представим в виде

$$\dot{\mathbf{U}}_{n+1} = \beta_1(\mathbf{U}_{n+1} - \mathbf{U}_n) / \tau - \beta_2 \dot{\mathbf{U}}_n - \tau \beta_3 \ddot{\mathbf{U}}_n, \quad (8)$$

$$\ddot{\mathbf{U}}_{n+1} = \alpha_1(\mathbf{U}_{n+1} - \mathbf{U}_n) / \tau^2 - \alpha_2 \dot{\mathbf{U}}_n / \tau - \alpha_3 \ddot{\mathbf{U}}_n, \quad (9)$$

( $n = 0, 1, 2, \dots, N$ ),

где

$\tau = t_{n+1} - t_n$  – шаг интегрирования по времени,  $\alpha_i, \beta_i$  – коэффициенты аппроксимации. Записав (7) в момент времени  $t_{n+1}$  и вводя в это уравнение (8) и (9), получаем

$$\frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{M}\mathbf{U}_{n+1} + \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{D}\mathbf{U}_{n+1} + \mathbf{K}\mathbf{U}_{n+1} = \mathbf{P}_{n+1} - \mathbf{F}_{n+1} + \frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{M}\mathbf{U}_n + \frac{\alpha_2}{\tau} \mathbf{M}\dot{\mathbf{U}}_n + \alpha_3 \mathbf{M}\ddot{\mathbf{U}}_n + \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{D}\mathbf{U}_n + \beta_2 \mathbf{D}\dot{\mathbf{U}}_n + \tau \beta_3 \mathbf{D}\ddot{\mathbf{U}}_n, \quad (10)$$

Матричное уравнение (10) можно представить в стандартной форме

$$\mathbf{K}^* \mathbf{U}_{n+1} = \mathbf{P}_{n+1}^*, \quad (11)$$

$$\mathbf{K}^* = \mathbf{K} + \frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{M} + \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{D}, \quad (12)$$

$$\mathbf{P}_{n+1}^* = \mathbf{P}_{n+1} - \mathbf{F}_{n+1} + \mathbf{M}\mathbf{A}_n + \mathbf{D}\mathbf{V}_n, \quad (13)$$

$$\mathbf{A}_n = \left( \frac{\alpha_1}{\tau^2} \mathbf{U}_n + \frac{\alpha_2}{\tau} \dot{\mathbf{U}}_n + \alpha_3 \ddot{\mathbf{U}}_n \right),$$

$$\mathbf{V}_n = \left( \frac{\beta_1}{\tau} \mathbf{U}_n + \beta_2 \dot{\mathbf{U}}_n + \tau \beta_3 \ddot{\mathbf{U}}_n \right).$$

Здесь  $\mathbf{A}_n, \mathbf{V}_n$  – векторы псевдо ускорений и псевдо скоростей.

Матрица жесткости рассматриваемой модели формируется из коэффициентов,

приведенных в (4), а диагональная матрица масс-из (1) и (2)

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} = \frac{EI}{h^3} \begin{bmatrix} 48 & -24 \\ -24 & 24 \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,7915 & 0 \\ 0 & 0,7398 \end{bmatrix}. \quad (14)$$

Матрицу затухания можно принять по Релею пропорционально матрице масс и матрице жесткости

$$\mathbf{D} = a\mathbf{M} + b\mathbf{K}, \quad (15)$$

где

$a, b$  – коэффициенты пропорциональности. Если на массы  $m_1$  и  $m_2$  будут действовать горизонтальные динамические нагрузки  $p_1(t)$  и  $p_2(t)$ , то вектор-столбец

$\mathbf{P}_{n+1}$  в (13) представляется в виде

$$\mathbf{P}_{n+1} = \{p_{1,n+1} \quad p_{2,n+1}\}^T. \quad (16)$$

В случае рамно-связевой системы с диагональными связями (рис. 7), где в соответствии с законом Гука

$$N = E_c F \cdot \Delta l / l, \quad \Delta l = 1 \cdot \cos \alpha,$$

матрица жесткости, элементы которой определяется статическим методом (рис. 8), приобретает вид

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} = \frac{EI}{h^3} \begin{bmatrix} 48 & -24 \\ -24 & 24 \end{bmatrix} + \frac{E_c F}{l} \begin{bmatrix} 4 & -2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix} \cos \alpha, \quad (17)$$

где

$E_c F$  – жесткость связи при растяжении и сжатии,  $l$  – длина связи.

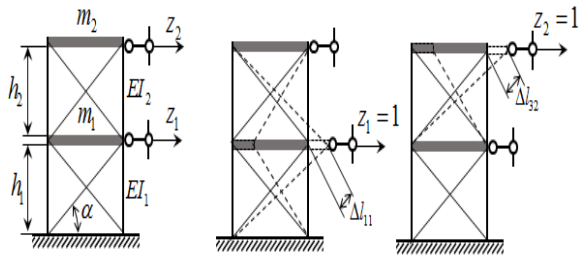


Рис. 7. Модель рамно-связевой системы фрагмента здания.

Таким образом, после того как сформированы все необходимые матрицы, можно приступить к решению систем уравнений (11) с применением шагового метода. Эта система уравнений на каждом шаге по времени решается итерационным методом Зейделя (Демидович Б.П., Морон И.А., 1970).

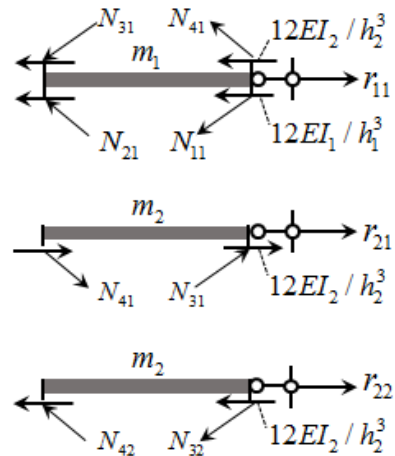


Рис. 8. К определению реакции от единичных перемещений с учетом диагональных связей.

**Результаты численного моделирования.** На основе изложенного алгоритма была разработана компьютерная программа на языке Фортран и получены результаты динамического расчета рассматриваемой модели при различных воздействиях. На рис. 9-12 представлены результаты свободных колебаний модели здания рамной структуры, полученные при различных начальных условиях. На рис.9 показаны графики свободных колебаний модели с учетом затухания ( $\xi = 0,05$ ), полученные от начального перемещения, заданного по линейному закону

$$t = 0, \quad u_1 = 0,5 \text{ см}, \quad u_2 = 1,0 \text{ см}.$$

На рис.10 приведены графики свободных колебаний модели, полученные от действия мгновенного импульса, в результате которого массы приобретают начальную скорость

$$t = 0,$$

$$v_1 = v_2 = s / m_2 = 0,1 / 0,7398 = 0,1352 \text{ м/с},$$

где

$$s = 0,1 \text{ т} \cdot \text{с} - \text{величина мгновенного импульса.}$$

При этом начальные перемещения масс равны нулю. На рис.11 приведены графики свободных колебаний модели, полученные от действия кратковременной нагрузки, приложенной к массе  $m_2$ . Продолжительность действия нагрузки  $\Delta t = 20\tau = 0,1 \text{ с}$ . Получены также результаты колебания модели от действия гармонической нагрузки  $p(t) = p_0 \sin \theta t$ , приложенной к массе  $m_2$ . На рис. 12 показаны графики резонансных колебаний, полученные при частоте гармонической нагрузки  $\theta$ , равной частотам свободных колебаний. Видно, что

при  $\theta = \omega_1$  и  $\theta = \omega_2$  модель вступает в резонансный режим.

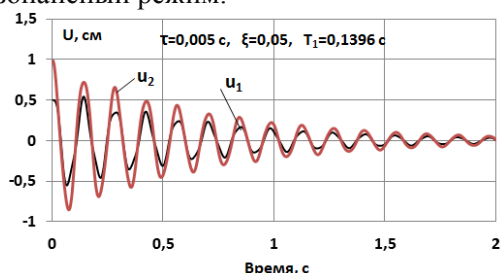


Рис. 9. Графики свободных колебаний модели от начального перемещения, заданного по линейному закону.

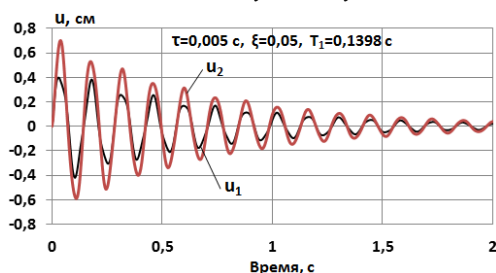


Рис. 10. Графики колебания масс от заданной начальной скорости.

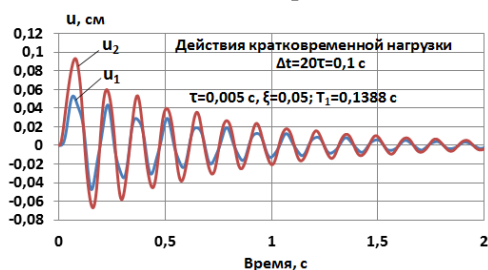


Рис. 11. Колебания массы  $m_2$  от действия кратковременной нагрузки различной продолжительностью

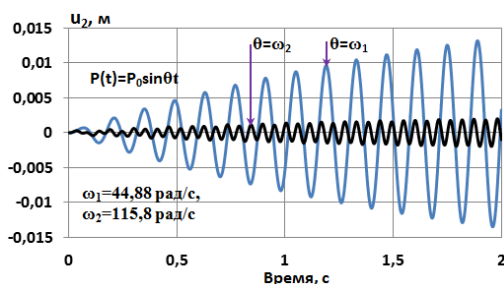


Рис. 12. Колебания модели от действия гармонической нагрузки в резонансном режиме.

Сравнение показывает, что свободные колебания во всех трех случаях (рис. 9-11) происходят с основным периодом, практически совпадающим с результатом аналитического решения (6), что подтверждает достоверность результатов численного решения динамической задачи модели здания при различных воздействиях.

**Заключение.** Проведенные численные эксперименты и сопоставление результа-

тов показывают, что изложенный алгоритм динамического расчета позволяет проводить исследования свободных и вынужденных колебаний модели каркасных зданий. Сравнение результатов, полученных при различных значениях шага интегрирования по времени, показывает, что имеет место хорошая сходимость и устойчивость решений численного моделирования. Дальнейшие исследования по численному моделированию данной задачи связаны с учетом податливости упругого основания и жесткости крестообразных связей на характер колебательного процесса модели при различных воздействиях. Также намечается проведения экспериментальных исследований на модели фрагмента здания (рис. 3) на различные статические и динамические нагрузки, что позволяет результаты численного моделирования сопоставить с данными эксперимента.

#### Литература:

1. Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс. – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.
2. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И. Метод сосредоточенных деформаций. – Душанбе: «Дониш», 2015. – 436 с.
3. Демидович Б.П., Морон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1970. – 664 с.
4. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями. – М.1979 г.
5. Натурные испытания отдельных элементов, узла и фрагмента здания в безригельном каркасе «КУБ» для сейсмических районов. В журнале «Архитектура и строительства Узбекистана», №10,1990г.Стр.33-35.
6. Л.Ш. Шарпиов. Безригельный каркас из монолитного железобетона современное перекрытие для много-этажных зданий: расчет и проектирование/Л.Ш. Шарипов. И.С. Муминов. // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими №2 (30)-2015. //Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими//Душанбе 2015. -С 73-76.
7. Л.Ш. Шарпиов, Безбалочное перекрытие для строительства многоэтажных зданий из монолитного железобетона/ Л.Ш. Шарипов. И.С. Муминов. // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими №4(28)- 2014. //Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими//Душанбе 2014.-С 110-76.

**ТАДҚИҚОТИ БУЗУРГИҲОИ  
ДИНАМИКИИ МОДЕЛИ НАМУНАИ  
БИНО ДАР АСОСИ КОНСТРУКЦИЯҲОИ  
СИНЧИ БЕБОЛОР**

*Д.Н. Низомов, Л.Ш. Шарипов,  
И.С. Муминов*

Дар мақола натиҷаҳои ҳалли адабии масъалаи динамикии модели намунаи синчи беболор дар зери таъсири гуногун таҳлил карда шудааст. Модели намунаи душӯнаи бино дида баромада мешавад, ки дар он таҳлили натиҷаҳои адабӣ бо маълумотномаҳои ҳалли аналитикӣ муқоиса карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** синчи беболор, системаи ромӣ-алоқавӣ, моделсозии адабӣ, модели математикӣ, матритсаи мазбутӣ, тарзи қадамӣ, алоқаи чилликӣ.

**RESEARCH OF DYNAMIC PARAMETERS  
OF A BUILDING FRAGMENT MODEL  
BASED ON THE CONSTRUCTION OF  
GIRDERLESS FRAME**

*D.N. Nizomov, L.Sh. Sharipov, I.S. Muminov*

The article presents the numerical solution results of the dynamic problem of the model of the girderless frame fragment under various influences. A two-story model of a fragment of a building is considered, where the

results of a numerical analysis are compared with the data of an analytical solution.

**Key words:** Girderless frame, frame system, numerical simulation, mathematical model, stiffness matrix, step method, diagonal connection.

**Сведения об авторах:**

Низомов Джахонгир Низомович – д.т.н., проф., чл.-корр. АН РТ, заведующий лабораторией теории сейсмостойкости и моделирования, автор более 200 научных работ, область научных интересов – строительная механика, теория сейсмостойкости, численные методы, механика разрушения. тел.: +919355734.

Шарипов Лутфулло Шарипович – к.т.н., доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [sharipov-1946@mail.ru](mailto:sharipov-1946@mail.ru), тел.: +992981024646.

Муминов Ихтиёр Субхонкулович – ст. преп. каф. «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени акад. М.С.Осими. E-mail: [imuminov86@gmail.com](mailto:imuminov86@gmail.com), тел.: +992918966205.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИНТЕЗА ИСКУССТВ В АРХИТЕКТУРЕ ТАДЖИКИСТАНА**

*Д.Ш. Ганизода, С.Р. Хаитова*

*Государственный институт изобразительного искусства и дизайн Таджикистана  
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассматриваются основные вехи творческого роста советской архитектуры Таджикистана, которые стали опорой для последующего раскрытия вопросов взаимодействия синтеза искусств и архитектуры Таджикистана.*

**Ключевые слова:** синтез, искусство, архитектура, здания, период, стиль, облик, сооружения, орнамент.

В конце XIX - начале XX вв. народы Средней Азии, в том числе таджики, были вовлечены в сферу влияния российской культуры, а значит и восточноевропейской, что имело положительное значение. Так широкое распространение в городском строительстве получает жёванный кирпич русского образца, во многих богатых домах устраиваются деревянные полы, входит в обиход побелка домов. Русские части городов походят на европейские города с широкими прямыми вымощенными улицами с бульварами, скверами и городскими парками. Эти

градостроительные мероприятия властей в условиях тесной застройки нарушили исторически сложившийся средневековый облик городов Самарканда, Худжанда, Истаравшана, Коканда и др. [1].

В Средней Азии имело место своя особая специфика архитектурно-художественного стиля, названная «восточным». В дореволюционном Туркестане этот стиль отличался местными признаками и активизировался к позднему колониальному периоду, когда вкусы местной знати находили поддержку колониальной администрации, стремящейся к согласию ради взаимодействия [2].

На территории современного Таджикистана примеров восточного колониального стиля не сохранилось (например, здания начальника Худжандского уезда или первая русская православная церковь из жженого кирпича в этом же городе и др.) [3].

Архитектура и декоративно-прикладное искусство в целом в этом регионе находились в стадии застоя. Если что-то и строилось, то такое строительство носило чисто локальный характер, удовлетворяя потребности отдельных предпринимателей, купцов, промышленников или просто частных лиц - застройщиков.

Следует отметить, что первый анализ советской архитектуры Таджикистана был проведен В. Г. Веселовским и Д.Д. Гендлиным [4]. Затем появилось новое издание, где авторами с учетом новых материалов и нового осмысления было раскрыто развитие архитектуры современного Таджикистана за 70 лет Советской власти [5].

Основные вехи творческого роста советской архитектуры Таджикистана, которые стали опорой для последующего раскрытия вопросов взаимодействия синтеза искусств и архитектуры Таджикистана за более чем 70 лет советского строя:

**-первый этап:** 1917-1930 гг.;

**-второй этап:** 1930-е и послевоенное десятилетие;

**-третий этап:** 1955 - конец 1980-х годов. Этот этап, в свою очередь, подразделяется на три внутренних периода:

-конец 50-х-60-е годы;

-конец 60-х-70-е годы;

-начало 1980-х - начало 1990-х гг.

Начальный этап развития архитектуры Таджикистана, которой охватывает период с 1917 по 1930-й годы, в этот период говорить о какой-либо новой архитектурной деятельности почти не приходится, так как большая часть территории Восточной Бухары и таджикской части Ферганской долины являлась ареной гражданской войны, связанной с установлением Советской власти.

В эти трудные годы разрухи молодая советская республика уже начала думать об архитектурно - художественном облике городов. Поэтому с 1925 года из Москвы, Ленинграда (Санкт-Петербурга), Киева, Одессы и других городов советской страны стали прибывать специалисты разных отраслей, в том числе архитекторы, конструкторы, художники и строители. Первыми архитекторами, приехавшими в Душанбе, были П.И. Ваулин и С.В. Кутин. Одноэтажное здание ЦИК, построенное в 1925 году, явилось первым общественным зданием в городе Душанбе [6, с. 83-84].

Второй этап становления зодчества охватывает почти 25-ти-летний период, внутренне подразделяясь на довоенное и

послевоенное десятилетия (1930-е годы и послевоенное десятилетие). Для зодчества и искусства Таджикистана особенными были 1930-е годы, которые ознаменовались значительным размахом архитектурных и градостроительных мероприятий. В частности в городе Душанбе в рассматриваемый период появился ряд капитальных сооружений, отражающих несколько запоздалый после-революционный пафос 1920-х годов. Это - здания Совнаркома (Совета народных комиссаров) и Наркомата земледелия по улице Лахути, построенные по проектам П.И. Ваулина, здания Почтамта и двухзального кинотеатра (ныне Государственное учреждение ТВ «Сафина»), сооруженные по проектам С.В. Кутина. Эти здания отразили не только революционный пафос первых пяти-леток в Таджикистане, они явились несколько поздним отзвуком авангардистских течений страны послереволюционных лет, когда революционные завоевания дали мощный толчок архитектурному творчеству. Архитекторы-новаторы (И. Голосов, Н. Ладовский, В. Кринский и др.), называемые рационалистами и конструктивистами, стремились выразить языком новых форм революционный дух архитектуры будущего [7, с. 9-10].

Архитектура общественных зданий второй половины 30-х годов ознаменовалась некоторым изменением ее образности. Появление новых свежих сил в 1936-1937 гг. из центральных городов России, их творческое руководство Союзом советских архитекторов (ССА) Таджикистана, более тесная взаимосвязь с архитектурной практикой европейской части СССР позволили целенаправленно определить развитие архитектурного творчества. Уже в середине 30-х годов в советском зодчестве намечались существенные сдвиги в переоценке ценностей в архитектуре. Главной причиной этой коренной переориентации явилось изменение эстетического идеала общества. Так, если языком архитектуры 20-х годов была суровая простота и ясность архитектурных форм, то в середине 30-х годов символами изменения направленности архитектуры стали монументализация архитектурного образа и псевдоклассические стилизации, синтез классических мотивов.

В отличие от скромных построек начала 30-х годов, здесь уже заметна тенденция к декоративизму и стилизаторству с четким выделением главного фасада. Пилястры, со-общающие ему вертикальный ритм, стрельчатые арки, тщательно профилированные кар-

низы, ганчевые решетки и медальоны и другие приемы архитектурного декора стали атрибутами архитектуры жилища предвоенного и последующего периода. Несмотря на жилое назначение домов, их облик приобретает некоторую парадность и монументальность, стремление к симметрии и декоративности, особенно на уличных фасадах. Характерным примером подобного рода сооружений в городе Душанбе является жилой дом на пересечении улицы Лахути и Орджоникидзе (ныне проспект А. Рудаки и улица имени Бохтар), запроектированный архитектором Г. Тегкаевым и инженером Н. Рекант или «дом для специалистов» на проспекте Куйбышева (ныне улица имени академиков Раджабовых), где многие элементы архитектурного декора навеяны ампирическими постройками Санкт-Петербурга (архитекторы Г. Тегкаев, А. Покровский) [6, с. 89].

Откровенное заимствование псевдоклассических традиций мы видим и в первых общественных зданиях Душанбе. Так, в монументальном по облику педагогическом институте (1937-1939 гг., архитекторы Д. Билибин, Г. Стрелков) и Государственном университете (1937-1939 гг., архитектор Ю.А. Цветков) использованы колонные портики, архитектурно-разработанные фризы, полуциркульные арочные ниши, проходы и др. А в здании медицинского института (ныне Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали Ибн Сино, 1935-1937 гг., архитекторы К. Трапезников, П. Сироткин, В. Извеков) также появляются парадные колонные портики с треугольными фронтонами, капителями и базами колонн аттического типа и т.д. Влияние европейской классики проявляется и в скульптурных произведениях. Примером последнему является памятник В.В. Куйбышеву на привокзальной площади, определившим осевую композицию аллеи (скульптор Д.Д. Стреляев, 1936-1937 гг.).

Нельзя сказать, что в образе названных зданий, да и других подобных, слепо использовались традиции античной архитектуры, пусть и несколько стилизованные. Архивные данные этих лет свидетельствуют о том, что архитекторы в поиске наиболее выразительных форм обращались часто к местным, глубинным традициям зодчества. Прекрасным примером сказанному служат обмерные чертежи Д.И. Билибина-колонн, их баз и капителей из археологических памятников Кабадиана эпохи греко-бактрийского государства [8]. Сравнение архитектурных

профилей баз колонн, капителей, фризов и других показывает частое обращение самого Д.И. Билибина к античным образцам на территории Южного Таджикистана. Крупным событием в культурной жизни республики явилось проектирование (1937 г.) и начало строительства (1939 г.) крупного культурного центра на оси бывшего Республиканского проспекта (ныне имени академиков Раджабовых) театра оперы и балета. В нем ярко проявилась попытка архитекторов воплотить черты, отвечавшие не только идеалам советской архитектуры предвоенного периода, но и местным традициям таджикского зодчества (архитекторы А. Юнгер, В. Голли, Д. Билибин, художник С. Захаров).

Зодчие вместе со строительством здания решили целый градостроительный узел Душанбе, организовав здесь театральную площадь с фонтаном, сквером, визуально просматриваемый издали с проспекта имени академиков Раджабовых. Сейчас эта площадь имени 800-летия Москвы - одно из красивейших мест столицы республики. Здание театра оперы и балета было первым крупным общественно-культурным зданием в Таджикистане. Его архитектурная трактовка выражала ход мыслей, ту направленность, которая господствовала среди архитекторов, работавших в Душанбе в конце 1930-х годов, искавших со всей страстью пути создания новой, советской таджикской архитектуры.

Почти одновременно с театром проектировалась и строилась на южной стороне театральной площади гостиница «Вахш» на 167 мест (построена в 1941 году по проекту архитектора А.Е. Антоненко и инженера Д. Грековой, проектная Контора «Таджикгоспроект»). При проектировании и постройке этого здания была учтена композиционная увязка с архитектурой театра и с другими зданиями, организующими всю площадь с Госбанком и Наркомземом. В лепных карнизах, розетках, оконных наличниках и тягах этого трехэтажного здания нашли применение элементы таджикского орнамента. Однако общее его композиционное построение основано на использовании приемов европейского зодчества прошлых столетий. Так, фасады здания, обращенные на проспект Ленина (ныне проспект А. Рудаки), по вертикали разбиты на две плоскости: цокольный этаж и 2-3 этажи.

Над окнами устроены сандрики, балконы поддерживаются сложно профилированными кронштейнами, карниз имеет сложные очертания, в угловом объеме окна



обрамлены псевдопортиками из карниза, фриза, архитрава, колонн с капителями и базами.

Северную сторону площади в 1941-1949 гг. замыкает 67-квартирный жилой дом, выстроенный по проекту архитектора Х. Юлдашева. Здание более изящное по пропорциям, но принципы композиции остаются те же: архитектурника базируется на классической основе, поэтому она великолепно вписывается в общий архитектурный ансамбль, где в деталях широко использован таджикский национальный декор.

В послевоенные годы архитектура и искусство также испытывали трудности (экономические, материальные и др.). И только с конца 1940-х годов начинаются широкие строительные работы, связанные с общей тенденцией декоративизации архитектуры, классического стиля с обращением к национальному наследию. Это, прежде всего, было связано с подъёмом патриотических чувств после победы в Великой Отечественной войне. Однако здесь есть свои нюансы. Если в европейской части страны, испытавшей все тяготы войны, было естественное стремление к триумфальности, в конечном итоге превратившейся в беспринципную помпезность, стилизацию, к самодавлению и использованию ложно – классическим форм, в архитектуре Душанбе эта тенденция проявлялась в меньшей мере. По сути дела в городе нет примеров парадной архитектуры, нет той крайней вульгаризации архитектурных форм, внешне эффектных ансамблевых композиции. В целом направление архитектуры Душанбе, как в зеркале, отражающем все зодчество республики, характеризуется продолжением активного поиска местного колорита, начатое в предвоенные годы, но уже в более широких масштабах [6, с. 90-92].

Большое строительство ведется и в других городах и селах Таджикистана, где формируется новый облик Худжанда, Куляба, Бохтара и др. Возрастающие с каждым годом объёмы капитальных вложений в строительство открыли перед архитекторами большие возможности, они продолжали поиски национальных образов, путей использования архитектурного наследия. Однако в целом архитектурника строящихся зданий базировалась на классической основе, и лишь в деталях использовался таджикский национальный декор. Подобный подход к проектным решениям в ряде случаев привёл к увлечению декоративной стороной зодчества,

к усложнению отделки зданий и удорожанию строительства; появилось много зданий, украшенных колоннами, арками, богатыми наличниками, орнаментами, художественными панно, лепкой, резным ганчем. Так, например, в 1954-1957 гг. по проекту архитектора Х. Юлдашева и группы молодых ленинградских архитекторов строится Дворец культуры колхоза имени С. Урунходжаева близ Худжанда (тогда Ленинабад) [5, с. 79-81]. Здание это типично для своего времени, оно базируется на классической основе, в интерьерах нашли широкое применение резьба по ганчу и росписи, поражающие разнообразием орнаментальных рисунков и сочными цветовыми сочетаниями. Классический прием заметен и в организации благоустройства территории вокруг здания с его осевой композицией подъездов и каскадом фонтанов, богато украшенных скульптурой.

В самом Душанбе по проспекту Ленина и улице Айни в 50-е годы строятся жилые трехэтажные дома, появляются и первые четырёхэтажные дома. Архитектурный облик столицы пополняется зданием Республиканской библиотеки имени Фирдавси (ныне здание Счётной палаты), Госбанка, строится здание ЦК КП Таджикистана (архитектор С.Л. Анисимов), Краеведческий музей (арх. А. Кномпус), школа-интернат в Лучобе, здание МВД, Политехнический институт (арх. К. Терлецкий), Таджикский драмтеатр имени Лахути (арх. А. Бабаханов). В Худжанде возводятся здания обкома (арх. Д. Гендлин), библиотека, крытый рынок, жилые трехэтажные дома и другие [6, с. 93].

Как известно, в середине 50-х годов XX века резко обострились противоречия между пластическими архитектурными формами и развивающимся научно-техническим процессом в строительстве. Выносные карнизы, фигурные наличники и кронштейны, орнаментальные рельефы, сложные классические и местные национальные профили баз и капителей и многое другое тормозили и усложняли технологические процессы производства. Поэтому 4 ноября 1955 года ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли специальное постановление «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве», имевшее большое значение для творческой направленности советской архитектуры. Определяя характер творческих задач, стоящих перед архитекторами, постановление указывало на то, что советской архитектуре должны быть свойственны простота,

строгость форм и экономичность решений. В постановлении отмечалось: «Привлекательный вид зданий и сооружений должен создаваться не путем применения надуманных дорогостоящих декоративных украшений, а за счет органичной связи архитектурных форм с назначением зданий и сооружений, хороших пропорций, а также правильного использования материалов, конструкций, деталей и высокого качества работ» [7, с. 19-20]. С этого момента начался новый этап в архитектуре Советского Таджикистана, подразделяемого на три внутренних периода. Однако потребовалось немало времени для того, чтобы полностью перестроиться от сложившейся практики проектирования и строительства. Ещё несколько лет после выхода названного исторического постановления 1955 года в Таджикистане, в его городах и селах появились сооружения, возведенные в современных железобетонных конструкциях. Примером могут служить чайхана «Рохат», построенная в 1959 году на проспекте Ленина (ныне проспект А. Рудаки по проекту К. Терлецкого и Д. Гендлина, Краеведческий музей по улице С. Айни (ныне Государственный институт изобразительного искусства и дизайна Таджикистана, архитектор А. Кнопмус, инженер П. Драчук, 1955-1956 гг.), пристройка к зданию президиума АН Республики Таджикистан (арх. П. Кузьменко, 1959 г.) в г. Душанбе, театр имени А.С. Пушкина в г. Ленинабаде (ныне Худжанд, арх. С.В. Волков, нач. 60-хх г.), гостиница в Курган-Тюбе (ныне Бохтар, арх. Н.П. Никоро, 1956-58 гг.), кинотеатр «Гулистон» в Канибадаме (арх. А. Бабаханов, 1957-59 гг.) и др.

#### Литература:

1. Касымов Н. Прогрессивное значение образования русских частей в городах Худжанде и Ура-Тюбе [Текст] / Н. Касымов // Материалы по истории городов Таджикистана. - Душанбе: Дониш, 1975. - С. 153-238.
2. Аскарлов Ш.Д. От порталов к закономерностям. [Текст] / Ш.Д. Аскарлов // САУ - 1982. № 11. - С. 19.
3. Мирбабаев А.К. Историческое наследие Худжанда. [Текст] / А.К. Мирбабаев - Душанбе: Ирфон, 1995. - С. 146-153.
4. Веселовский В. Г. Архитектура Советского Таджикистана [Текст] / В. Г. Веселовский, Д.Д. Гендлин - М.: Стройиздат, 1972. - 108 с.

5. Веселовский В.Г. Архитектура Советского Таджикистана. [Текст] / В.Г. Веселовский, Р.С. Мукимов, М.Х. Мамад-назаров, С.М. Мамаджанова - М.: Стройиздат, 1987.-319 с, ил.

6. Мамаджанова С.М. Синтез искусств и архитектуры Таджикистана (проблемы развития, взаимодействия и преемственности) [Текст] / С.М. Мамаджанова, Р.С. Мукимов, Д.С. Ганиев - Душанбе: ТаджикНИИПАГ, 2006. - 162 с., 42 илл.

7. ВИА, в 12-ти томах. - Т. 12, кн. 1. - М.: Стройиздат, 1975. - 754 с.

8. ЦГА. ООФ.Ф 408, оп. 4, д. 31.

### ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛИ СИНТЕЗИ САНЪАТ ДАР МЕЪМОРИИ ТОҶИКИСТОН

*Ҷ.Ш. Ғанизода, С.Р. Ҳайтова*

Дар мақола марҳилаҳои асосии инкишофи эҷодии меъморӣ Тоҷикистони Шӯравӣ, ки тақиягоҳ барои бозсозии минбаъдаи масъалаҳои мутақобили синтези санъат ва меъморӣ Тоҷикистон аст, мавриди назар қарор гирифтааст.

**Калимаҳои калидӣ:** синтез, санъат, меъморӣ, бино, марҳила, услуб, симо, иншоот, нақшу ниғор.

### THE INTERPLAY OF ART AND ARCHITECTURAL SYNTHESIS OF TAJIKISTAN

*D.Sh. Ganisoda, S.R. Haitova*

The article discusses the main milestones of creative growth of the Soviet architecture of Tajikistan, which became the support for the subsequent disclosure of the interaction between the synthesis of arts and architecture of Tajikistan.

**Key words:** synthesis, art, architecture, building, period, style, appearance, structures, ornament.

#### Сведения об авторах:

Ғанизода Дҷамшед Шуджоат – кандидат архитектуры, ректор Государственного института изобразительного искусства и дизайна Таджикистана. E-mail: [jamna@mail.ru](mailto:jamna@mail.ru)

Ҳайтова Савлатби Раҳмановна – старший преподаватель кафедры «Архитектура и дизайн», Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [H.Savlat@mail.ru](mailto:H.Savlat@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ СТАРИННЫХ КИРПИЧНЫХ КЛАДОК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

*И.К. Каландарбеков, А.М. Сангинов, А.К. Рафиев*

*Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ*

*В работе приводятся результаты исследования физико-механических свойств материалов зданий культурно-исторического наследия в Республике Таджикистан. Экспериментальным путем установлены структурные изменения кирпичных кладок зданий, что указывает на необходимость принятия мер по их защите.*

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, уязвимость, исторические объекты, структура, неупругие деформации, системы перевязки, прочность кирпичных кладок и раствора.

Многочисленные памятники культурного наследия Таджикистана, которые имеют большое значение как исторические объекты науки, архитектуры и художественного творчества таджикского народа, созданы в XV-XII веках [1].

Как известно, работа кирпичных кладок в несущих элементах зданий и сооружений представляет собой сложный и неоднозначный процесс взаимодействия её компонентов (камня и раствора), последствия которого существенно зависят от реальных свойств применяемых материалов, однородности их структуры и текстуры, систем перевязки (конструкции), условий и длительности эксплуатации и других причин.

При обследовании установлено высокое качество выполнения старинных кладок, характеризуются равномерным и полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов, высокой однородностью показателей плотности растворов и кирпичей, а также длительным периодом эксплуатации. [2].

По результатам обследования выделены двадцать кирпичных и каменных зданий, часто встречающихся в различных районах Республики Таджикистан. Обобщённые данные показывают, что большинство объектов культурно-исторического наследия Таджикистана имеют внешние купола с внутренними барабанами и устроенными вертикальными кирпичными рёбрами, соединёнными между собой деревянными связками. Стены из жжёного кирпича имеют толщину 1000-1200 мм, фундаменты из жжёного кирпича имеют ширину 1000-1200 мм с глубиной заложения, примерно 1300 мм [1].

Обожжённый кирпич зданий исторической застройки выполнена, преимущественно, из разноразмерных осадочных пород.

По результатам обследования отображена представительная (по количеству, типу объёмно-планировочных и строительно-конструктивных решений) группа для сопоставительной оценки сейсмостойкости расчётно-аналитическими и экспериментальными методами. Цель этих исследований состояла в объективной оценке механических свойств старинных каменных кладок в настоящее время, но и в максимально доступном анализе произошедших структурных изменений, позволяющем прогнозировать их ожидаемую динамику в процессе дальнейшего сохранения. Комплексность испытаний позволяет сопоставить фактические и расчётные параметры сопротивляемости и, как следствие, приемлемость аналитических, модельных и конструктивных процедур [2] для "старинных" кладок [7]. В соответствии с требованием ГОСТ 8462-85 [7] были проведены следующие мероприятия:

- выравнивание формы образцов, появившихся при формовании.
- замеры основных размеров образцов;
- взвешивание образцов для определения объёмного веса.

Выравнивались только те поверхности, которые при испытании располагаются перпендикулярно направлению сжимающей нагрузки. Для определения марки кирпича проводили испытания на изгиб. Для испытания образец устанавливался на двух опорах. Вертикальная нагрузка прикладывалась к середине пролёта и равномерно распределялась по ширине. Расчетная схема образца на изгиб представлена на рисунке 1.

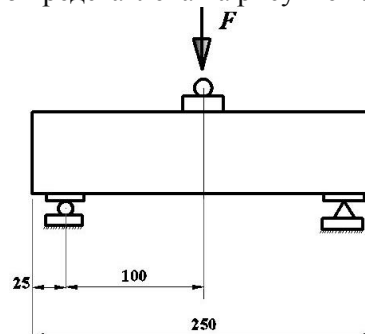


Рис. 1. Расчетная схема испытания кирпича на изгиб

Нагрузка на образец возрастала непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 30-60 с после начала испытаний.

Предел прочности при изгибе  $R_{ви}$ , МПа, образца вычислялся по формуле

$$R_{ви} = \frac{3Fl}{2bh^2}, \quad (1)$$

где

$F$  - наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н;

$l$  - расстояние между осями опор, см;  
 $b$  - ширина образца, см;  
 $h$  - высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя, см.

Предел прочности при изгибе образцов в партии вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний установленного стандартом количество образцов.

Предел прочности при сжатии определялся на половинках кирпича, полученных после испытания его на изгиб (рис.2).



а) испытание кирпича на изгиб



б) испытание кирпича при сжатии

Рис. 2. Процесс проведения испытания

Половинки укладывались постелями друг на друга. Они размещались поверхностями раздела в противоположные стороны. Для увеличения контакта половинок между ними укладывался слой цемента.

Образец устанавливался в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимался верхней плитой пресса. Нагрузка на образец возрастала непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 30-60 с после начала испытания. Предел прочности при сжатии  $R$ , МПа, образца вычислялся по формуле

$$R = \frac{F}{A}, \quad (2)$$

где

$F$  - наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н;

$A$  - площадь поперечного сечения образца, вычисляемая по зоне контакта поверхностей верхней и нижней половинок, см<sup>2</sup>.

Результаты физико-механических характеристик кирпичной кладки и раствора представлены в таблицах 1-2.

На основании полученных результатов усредненный предел прочности раствора

определен косвенным методом при испытаниях раствора кладки. Согласно выполненным оценкам нормальное сцепление кладки составляет 0.102 МПа. В целом результаты испытания кирпича и раствора кладки свидетельствуют, что для возведения Медресе Абдулатифа Султона (Кук Гумбаз) г. Истрвшан, построенного в 1500 году, использован кирпич марки М 50 на растворе М 25, для Медресе «Ойим» г. Конибодом, построенного в 1600 году, и Мавзолей «Ходжи Машхад» р. Шахритус построенного в 1600 году, использован кирпич марки М100. Категория кладки по нормативным документам [7] ниже 2-й категории, [6] третьей категории.

Следует отметить, что к настоящему времени возраст исторических зданий Таджикистана превышает более 300 лет, и их техническое состояние характеризуется наличием большого количества дефектов, повреждений и разрушений, свидетельствующих о прогрессирующем физическом износе. Многочисленность и взаимозависимость упомянутых факторов осложняют аналитическую оценку конструктивных параметров конструкций и зданий в целом. Результаты экспериментальных исследований по определе-

нию прочности раствора кирпичных кладок свидетельствуют о несоответствии нормального сцепления кладки современным нормативным требованиям [6,7]. Среднестати-

ческие показатели прочности строительных кирпичных кладок являются выше нормируемых значений по [6].

Таблица 1.

Выборочные результаты определения прочностных характеристик конструкционных материалов кирпичной кладки культурно-исторического наследия

| Наименование объекта  | Объемный вес образца (г/см <sup>3</sup> ) | Сопротивление на изгиб (МПа) | Сопротивление на сжатие (МПа) | Объемный вес кирпича в качестве строительного (г/см <sup>3</sup> ) | Расчетное сопротивление на изгиб (МПа) | Расчетное сопротивление на сжатие (МПа) |
|---|---|------------------------------|-------------------------------|--|--|---|
| Мадрасе Абдулатиф Султон (Кук гумбаз) г. Истрвшан построен в XV век | 2.2                                       | 54.0                         | 710.0                         | 2.23   | 56.6                                   | 686.6                                   |
|   | 2.1                                       | 56.0                         | 680.0                         |  |  |   |
|   | 2.4                                       | 60.0                         | 670.0                         |  |  |   |
| Медресе «Ойим» г. Конибодом построен в XV век                       | 2.0                                       | 100.0                        | 770.0                         | 2.1  | 92.6                                   | 775.0                                   |
|   | 2.2                                       | 82.0                         | 750.0                         |  |  |   |
|   | 2.1                                       | 96.0                         | 745.0                         |  |  |   |
| Мавзолей «Ходжи Машхад» р. Шахритус построен в XV век               | 2.4                                       | 100.0                        | 810.0                         | 6.9  | 97.0                                   | 800.0                                   |
|   | 2.3                                       | 96.0                         | 800.0                         |  |  |   |
|   | 2.2                                       | 95.0                         | 790.0                         |  |  |   |

Таблица 2.

Выборочные результаты определения прочностных характеристик конструкционных материалов прочности ганчевом в растворе

| Наименование объекта  | Объемный вес образца (г/см <sup>3</sup> ) | Сопротивление на сжатие (МПа) | Объемный вес кирпича в качестве строительного (г/см <sup>3</sup> ) | Расчетное сопротивление на сжатие (МПа) |
|---|---|-------------------------------|--|---|
| Мадрасе Абдулатиф Султон (Кук гумбаз) г. Истрвшан построен XV век | 2.5x3.5x1.36                              | 3.04                          | 2.23   | 3.406                                   |
|   | 2.1x3.3x1.36                              | 3.707                         |  |   |
|   | 3.1x3.4x1.24                              | 3.472                         |  |   |

При более чем трёхсотлетнем периоде их сохраняемость в сложных природно-климатических (низкие температуры, высокая влажность, сейсмика) и технических (обводненность территорий) условиях является наглядным примером грамотных и эффективных технических решений, несмотря на это, объёмно-планировочные и конструктивные решения подавляющего большинства зданий исторического наследия не соответствуют современным представлениям и нормативным требованиям сейсмостойкого строительства.

#### Литература:

- Ордобаев Б.С., Сангинов А.М., Саломов Н.Г. Оценка исследования сейсмостойкости объектов культурно-исторического наследия в Таджикистане. Известия ВУЗов Кыргызстана, №3, 2017 г. с-3-6
- Чесноков Аркадий Сергеевич. Оценка сейсмостойкости каменных зданий

исторической застройки: Дис. канд. техн. наук: 05.23.01. –Улан-Уде, 2016.-152с.

3. А.С. Чесноков, Б.И. Пинус Конструктивные свойства каменных кладок зданий исторической застройки. ВЕСТНИК ИрГТУ №3 (98) 2015г. с-162-165

4. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М.: Издательство стандартов, 1985.- 8с

5. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1986. -16с.

6. МКС ЧТ 22-07-2007 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Душанбе, 2007. - 85с.

7. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция к СНиП II-7-81\* – М.: Министерство регионального развития РФ, 2014. – 84с.

**ТАДҚИҚОТИ ХУСУСИЯТҲОИ  
ФИЗИКИЮ МЕХАНИКИИ МАСОЛЕҲИ  
ҚАДИМАИ ХИШТИН ДАР ҚАЛАМРАВИ  
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

**И.К. Қаландарбеков, А.М. Сангинов,  
А.К. Рафиев**

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти хусусиятҳои физикию механикии масолеҳи хиштини биноҳои мероси фарҳангӣ ва таърихӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Ба тарзи эксперименталӣ фарсудаҳои структураи масолеҳи сохтмони хиштини биноҳо муайян карда шудааст, ки ин зарурати қабул намудани чораҳо оид ба муҳофизати онҳо аз вайроншавӣ дар оянда ба миён меорад.

**Калимаҳои калидӣ:** зилзилатобоварӣ, осебпазирӣ, шаклтағйири ғайричандирӣ, системаи пайвандӣ, биноҳои таърихӣ, мустаҳкамии хишт ва маҳлули гилин, сохтсозии ҳаҷми констрүктивӣ.

**STUDY OF PHYSICAL-MECHANICAL  
PROPERTIES OF MATERIALS OF OLD  
BRICK WALLS IN THE TERRITORY OF  
THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

**I.K. Kalandarbekov, A.M. Sanginov,  
A.K. Rafiev**

The results of a study of the physics of mechanical properties of the buildings of cultural

and historical heritage in Tajikistan are presented and a significant structural degradation of the stone masonry of buildings has been experimentally confirmed, which indicates the need to take measures to protect them from further accelerated wear and tear.

**Key words:** seismic resistance, vulnerability, historical objects, structure, inelastic deformations, ligation systems, strength of a stone and mortar, space-planning solutions.

**Сведение об авторах:**

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – д.т.н., доцент, академик Инженерной Академии Республики Таджикистан, главный научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан. kalandarbekov-55@mail.ru

Сангинов Абдусамад Мирвафоевич – научный сотрудник лаборатории сейсмостойкость зданий и сооружений Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ samad80@mail.ru

Рафиев Абдулвахоб Камолович – к.т.н, и.о. доцента кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: arafiev60@mail.ru, тел. 93-7000-159.

**БЕЗРИГЕЛЬНЫЙ КАРКАС СО СМЕШАНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ИЗ МОНОЛИТНОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ**

**Л. Шарипов, И.С. Муминов, А.К. Рафиев, А.Д. Рахмонов, И.Ш. Ашууров**  
*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассмотрены расчет и проектирование основного и единственного узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса из монолитного железобетона со смешанным армированием. В качестве композитной арматуры для армирования опорного узла принята АБП – базальт пластиковая арматура. Выполнены конструирование и строительство этого узла в натуральную величину.*

**Ключевые слова.** Безригельный каркас, композитная арматура, АБП – базальт пластиковая арматура, арматурный каркас, арматурная сетка, узел стыка, монолитный железобетон, сейсмический район.

Безригельный каркас системы КУБ (конструкции универсальные безригельные) разработанный в конце XX века в НПО «МОНОЛИТ», Россия, применялся в основном для обычных районов. В конце 90-х

годов XX века с некоторыми изменениями были построены несколько 9 – ти этажных жилых домов в г. Кулябе и г. Душанбе Республики Таджикистан из сборно-монолитных элементов системы КУБ. В связи с этим кафедрой железобетонных конструкций, оснований и фундаментов ТПИ (ныне ТТУ имени академика М.С. Осими) были проведены статические испытания отдельных элементов, статические и динамические испытания трехэтажной рамы и динамические испытания 9-этажного жилого дома в процессе после монтажа основных несущих элементов при помощи вибромашины В2 (конструкции ЦНИИСК) [1,2].

В годы независимости Республики Таджикистан, благодаря созидательной политике Основателя мира и национального единства – Лидера нации, Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали

Рахмона, началось строительство жилых и общественных зданий.

Учеными кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ТТУ имени академика М.С. Осими с конца 90-х годов начались экспериментальные и теоретические исследования статической работы и динамической несущей способности элементов конструкций зданий безригельного каркаса из монолитного железобетона. Конструктивная схема зданий при высоте до 5 этажей – каркасная, а более 5 этажей – каркасно-стенная, т.е. рамная и рамно-связевая конструктивные системы. Выполнен статический расчет и конструирование арматурных элементов каркаса для различных сеток колонн и временных полезных нагрузок.

Для надежного обеспечения стыка плиты с колонной были разработаны стальной опорный столик – воротник из уголка прокатного профиля, к которому сваркой устанавливались рабочие стержни опорного узла, которые в дальнейшем объединялись в арматурный каркас скрытой балки, идущие по осям колонн в двух взаимно перпендикулярных направлениях, по ширине колонны и высотой, повторяющей высоту монолитной плиты безригельного каркаса (рис.1, рис.2). Расчетные площади поперечного сечения, диаметры рабочей арматуры армокаркасов и армосеток приведены в таблице 1.

Опорный столик (воротник) изготавливается из уголка прокатного профиля, размеры которой определяются величиной временных (полезных) нагрузок на плиту междуэтажного перекрытия [1,2].

К стальному воротнику с каждой стороны при помощи сварки устанавливают по четыре арматуры при обычном армиро-



*Рис. 1. Стальной опорный столик – воротник узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса из монолитного железобетона при армировании плиты стальной арматурой; при смешанном армировании два средних стержней с каждой стороны отсутствуют, вместо них устанавливается АБП.*

вании и по два стержня при смешанном армировании. При этом АБП – базальт-пластиковая арматура устанавливается при создании арматурных каркасов и сеток узла.

Опорный столик – воротник надевают на рабочую арматуру колонны на уровне перекрытия и сваркой объединяют с рабочей арматурой колонны. После установки опорного столика в проектную отметку выполняют сварочные работы, которые после окончания тщательно проверяют качество работ и составляют акт приемки. Одновременно устанавливают арматурные сетки плиты – балки и все элементы арматурных сеток и арматурных каркасов объединяют в единый пространственный арматурный элемент плиты междуэтажного перекрытия (рис. 6, 7, 8) и заливают монолитный бетон (рис. 9). Уложенный бетон уплотняют при помощи площадочного вибратора. При этом одновременно изготавливают бетонные образцы стандартных кубов для установления класса бетона конструкции.

При статическом расчете элементов безригельного каркаса из монолитного железобетона в качестве ригелей поперечной рамы принята плита – балки (условный) шириной в половину размера шага колонн и высотой равной высоте сечения плиты. При шаге колонн 6х6 м размеры сечения условного ригеля составляют 3000х160 мм. Рабочая арматура условной плиты, вычисленная по максимальному опорному изгибающему моменту (после перераспределения усилий) делится на две равные части, которые устанавливаются как рабочая арматура скрытой балки шириной сечения равной ширине колонны, высотой равной высоте сечения плиты, другая часть в виде армосетки плиты.



*Рис. 2. Стальной опорный столик – воротник непосредственно при армировании этого узла смешанной арматурой; при смешанном армировании в опорном столике вместо двух средних стальных стержней устанавливается две базальт-пластиковой арматуры АБП.*



Рис. 3. Опорный столик – воротник с арматурными каркасами скрытой балки; при монтаже АБП – базальт пластиковая арматура устанавливается над столиком и объединяется с арматурным каркасом скрытой балки вязальными проволоками.



Рис. 4. Конструкция опорного столика – воротника из уголька прокатного профиля с арматурными каркасами скрытой балки; внутренние размеры столика принимаются по наружным параметрам пространственного арматурного каркаса колонны.



Рис. 5. Колонна с выпуском рабочей арматуры для создания узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса из монолитного железобетона.



Рис. 6. Общий вид армирования узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса при смешанном армировании; между рабочими стержнями колонны в двух направлениях над опорным столиком уложены по два АБП диаметром 10 мм и объединены армосетками и армокаркасами плиты вязальными проволоками.



Рис. 7. АБП над опорным столиком перед бетонированием узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса со смешанным армированием



Рис. 8. Опалубка и схема армирования узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса со смешанным армированием перед укладкой монолитного бетона





Рис. 9. Узел стыка плиты с колонной безригельного каркаса при смешанном армировании АБП в натуральную величину для статических и динамических испытаний

Таблица 1.

Площадь поперечного сечения, количество и диаметр рабочей арматуры условной плиты – балки для сетки колонн при различных временных нагрузках

| Сетка колонн, м | Временная полезная нагрузка на перекрытие, кН/м <sup>2</sup>  |                 |                 |                 |                 | Расчетные сечения |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                 | 4,0   | 6,0             | 8,0             | 10,0            | 12,0            |                   |
|                 | Площадь поперечного сечения, количество и диаметр рабочей арматуры армокаркаса и армосеток, А <sub>s</sub> / n, d, мм |                 |                 |                 |                 |                   |
| 4,8x4,8         | 11,4/4d16+10d10   | 12,7/4d16+10d10 | 15,3/4d16+10d10 | 16,5/4d18+10d10 | 19,0/4d20+10d10 | опорные           |
|                 | 11,4/4d16+10d10   | 12,7/4d16+10d10 | 15,3/4d16+10d10 | 16,5/4d18+10d10 | 17,8/4d20+10d10 | пролетные         |
| 5,4x5,4         | 15,3/4d16+12d10   | 16,4/4d16+12d10 | 20,2/4d18+12d10 | 25,0/4d20+12d12 | 25,8/4d20+12d12 | опорные           |
|                 | 15,3/4d16+12d10   | 16,4/4d16+12d10 | 20,2/4d18+12d10 | 25,0/4d20+12d12 | 24,6/4d20+12d12 | пролетные         |
| 6,0x6,0         | 18,5/4d18+12d10   | 24,0/4d20+12d12 | 26,1/4d20+12d12 | 27,2/4d20+12d12 | 33,7/4d25+12d12 | опорные           |
|                 | 18,5/4d18+12d10   | 24,0/4d20+12d12 | 24,0/4d20+12d12 | 27,2/4d20+12d12 | 31,5/4d25+12d12 | пролетные         |
| 6,6x6,6         | 19,1/4d18+14d10   | 24,8/4d20+14d12 | 30,0/4d22+14d12 | 33,3/4d22+14d12 | 38,1/4d25+14d14 | опорные           |
|                 | 19,1/4d18+14d10   | 24,8/4d20+14d12 | 30,0/4d22+14d12 | 33,3/4d22+14d12 | 38,1/4d25+14d14 | пролетные         |
| 7,2x7,2         | 26,7/4d22+16d10   | 33,3/4d22+16d12 | 40,0/4d28+16d12 | 44,7/4d28+16d14 | 50,0/4d28+16d14 | опорные           |
|                 | 26,7/4d22+16d10   | 33,3/4d22+16d12 | 40,0/4d28+16d12 | 44,7/4d28+16d14 | 48,5/4d28+16d14 | пролетные         |

При смешанном армировании с использованием АБП рабочая арматура скрытой балки также делится на две равные части, которые проектируются в виде стальной (два стержня – диаметр подбирается по площади) и АБП – базальт пластиковой арматуры. Все арматурные элементы скрытой балки объединяются в арматурный вязальный армокаркас. Номера уголков стального прокатного профиля опорного столика,

диаметры рабочей арматуры скрытой балки безригельного каркаса из монолитного железобетона при смешанном армировании приведены в таблице 2.

Конструкция армирования, опалубка узла стыка плиты с колонной безригельного каркаса приведены на рисунках 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9.

Таблица 2.

Стальной опорный столик (воротник) заводского изготовления узла соединения плиты-балки с колонной безригельного каркаса с комбинированной арматурой. Номер уголка и диаметр опорной рабочей арматуры при комбинированном армировании

| Сетка<br>ко-<br>лонн, м | Временная полезная нагрузка на перекрытие, кН/м <sup>2</sup>                                     |              |              |               |               |
|-------------------------|--|--------------|--------------|---------------|---------------|
|                         | 4,0  | 6,0          | 8,0          | 10,0          | 12,0          |
|                         | Номер уголка, мм/количество и диаметр стальной и АБП – базальт-пластиковой арматуры,<br>n, d, мм |              |              |               |               |
| 4,8x4,8                 | 50/2d16+2d8  | 50/4d16+2d8  | 63/4d18+2d10 | 75/4d18+2d10  | 100/4d22+2d12 |
| 5,6x5,6                 | 63/4d16+2d8  | 75/4d18+2d10 | 75/4d20+2d12 | 90/4d20+2d12  | 100/4d25+2d12 |
| 6,0x6,0                 | 63/4d18+2d8  | 75/4d20+2d10 | 80/4d22+2d12 | 90/4d25+2d12  | 100/4d28+2d14 |
| 6,6x6,6                 | 75/4d18+2d8  | 75/4d20+2d10 | 80/4d22+2d12 | 90/4d25+2d14  | 100/4d28+2d14 |
| 7,2x7,2                 | 75/4d20+2d10   | 80/4d22+2d12 | 90/4d25+2d12 | 100/4d28+2d14 | 100/4d28+2d14 |

**Заключение.** Запроектированный узел стыка плиты с колонной безригельного каркаса с АБП – базальт пластиковой арматурой, обеспечивающий жесткость данного узла и составляющий рамную систему в обоих направлениях каркаса многоэтажного здания (без учета связей и диафрагм жесткости), является экономически эффективным и архитектурно выразительным средством для проектирования и строительства многоэтажных зданий в сейсмических районах.

#### Литература:

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями. – М.1979 г.
2. Натурные испытания отдельных элементов, узла и фрагмента здания в безригельном каркасе «КУБ» для сейсмических районов. В журнале «Архитектура и строительство Узбекистана», №10, 1990 г. Стр. 33-35.
3. Л.Ш. Шарпиов. Безригельный каркас из монолитного железобетона современное перекрытие для многоэтажных зданий: расчет и проектирование/Л.Ш. Шарипов. И.С. Муминов. // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими №2(30)-2015. //Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими//Душанбе 2015. -С 73-76.
4. Л.Ш. Шарпиов, Безбалочное перекрытие для строительства многоэтажных зданий из монолитного железобетона/ Л.Ш. Шарипов. И.С. Муминов. // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими №4(28)- 2014. //Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими//Душанбе 2014.-С 110-76.

#### СИНЧИ БЕБОЛОР АЗ БЕТОНИ МОНОЛИТӢ БО АРМИРОНИИ ОМЕХТА БАРОИ МИНТАҚАҲОИ ЗИЛЗИЛАНОК

*Л. Шарипов, И.С. Муминов, А.К. Рафиев,  
А.Ҷ. Раҳмонов, И.Ш. Ашуров*

Дар мақола ҳисоб ва лоиҳабандии банди ягона ва асосии пайвасти плита бо сутуни синчи беболор аз оханубетони монолитӣ бо армиронии омехта дида баромада мешавад. Ба сифати арматураи композитӣ барои армиронии банди такаҷоҳӣ АБП – арматураи базалт пластикӣ қабул карда шудааст. Сохтсозӣ ва сохтмони ин банд ба намуди асли иҷро гардидааст.

**Калимаҳои калидӣ:** синчи беболор, арматураи композитӣ, АБП – арматураи базалт пластикӣ, синчи арматурӣ, симтури арматурӣ, банди пайваст, оханубетони монолитӣ, ноҳияи сейсмиқӣ.

#### GIRDERLESS FRAME WITH THE MIXED REINFORCEMENT FROM MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE FOR SEISMIC AREAS

*L. Sharipov, I.S., Muminov, A.K. Rafiev,  
A.J. Rahmonov, I.Sh. Ashurov*

The article reviewed the calculation and design of the main and only joint node of the slab with the column of the girderless frame of monolithic reinforced concrete with mixed reinforcement. As a composite reinforcement to reinforce the support unit, ABP - basalt plastic reinforcement was accepted. The construction of this unit is made in full size.

**Key words:** girderless frame, composite reinforcement, ABP - basalt plastic reinforcement, reinforcement frame, reinforcing mesh, joint node, monolithic reinforced concrete, seismic region.

#### Сведения об авторах:

Шарипов Лутфулло Шарипович – к.т.н., доцент кафедры «Промышленное и

гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [sharipov-1946@mail.ru](mailto:sharipov-1946@mail.ru), тел.: +992981024646.

Муминов Ихтиёр Субхонкулович – ст. преп. кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [imuminov86@gmail.com](mailto:imuminov86@gmail.com), тел.: +992918966205.

Рафиев Абдулвахоб Камолович – к.т.н, и.о. доцента кафедры «ПГС» ТТУ

имени академика М.С. Осими. E-mail: [arafiev60@mail.ru](mailto:arafiev60@mail.ru), тел. 93-7000-159.

Рахмонов Ахмадджон Джамолидинович – к.т.н., и.о. доцент, Начальник Управления науки и инновации Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Ашуров Идрис Шарифхонович – асс. каф. «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. E-mail: [idris.ashurov2016@mail.ru](mailto:idris.ashurov2016@mail.ru), тел.: +992938884835

УДК 728.03 (575.2)

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЛАНДШАФТА ГОРОДОВ ТАДЖИКИСТАНА

*М.И. Исмаилов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассматриваются экологические факторы в формировании ландшафта древних и новых городов Таджикистана. Для этого критическому анализу подвергается формирование ландшафтов городов Худжанда, Нурека, Дангары, Явана и др. При этом исследуется положительный опыт таких зарубежных городов, как Москва, Минск, Дамаск, Чандигарх, Кабул и другие, который может быть использован в условиях Республики Таджикистан.*

**Ключевые слова:** ландшафт, антропогенный и естественный фактор, генеральный план, планировка городов, благоустройство, озеленение.

В предложениях по озеленению исторически сложившихся городов в проектной практике Республики Таджикистан активизируется стремление к улучшению озеленения новых городов, развивающихся на базе некогда сложившихся или на вновь осваиваемых территориях.

В 2008-2009 гг. группа ученых ТТУ им. акад. М.С.Осими под руководством док. арх., проф. Р.С. Мукимова Р.С. и доктора технических наук Т.О. Салимова было проведено исследование по заказу-наряду Министерства образования Таджикистана на тему «Исследование экологических факторов при формировании и развитии промышленного зодчества Таджикистана (на примере города Худжанда)». В этих исследованиях (исполнители д.а., профессор Мукимов Р.С., д.т.н., профессор Салимов Т.О., к.а., доцент Мукимова С.Р. и эколог Хушвахтов З.Г.) проведен профессиональный анализ не только экологического состояния города

Худжанда, но также обращено внимание на его водообеспечение и озеленение, а также на ряд других факторов, приводящих к неблагоприятному дискомфортному состоянию среды обитания человека. С разрешения моего научного руководителя, профессора Р.С. Мукимова ниже приводятся некоторые результаты названного исследования, которые находятся в русле моего диссертационного исследования (в 2008 году соискатель был привлечен к исследованиям как специалист по ландшафтному преобразованию озеленения и вертикальной планировке городских территорий).

Как известно, Худжанд расположен по берегам р. Сырдарья, у подножья гор Могол-Тау.

В розе ветров, характерной для города, преобладают ветра двух направлений - восточного и юго-западного, что способствует выносу загрязняющих веществ из атмосферного воздуха города и его чистоте, уменьшает вероятность формирования локального очага загрязнения атмосферы города [2].

Следует отнести к положительной черте высокую степень турбулентности в приземном слое атмосферы, низкую повторяемость инверсий температуры воздуха, приводящих к интенсивному рассеиванию вредных веществ в воздухе.

Отрицательной чертой является слабое выпадение атмосферных осадков, что снижает возможность выноса вредных веществ из воздуха атмосферной влагой.

В границах города выделяются три промышленные зоны - две на правом берегу

(северо-восточная и северо-западная промзоны), расположенные на его окраинах, и одна на левом берегу - при въезде в город с южной стороны.

Если промышленные зоны правобережья имеют определенную санитарную зону, отделяющую их от жилого массива, то на левом берегу промышленные объекты не имеют такой зоны и впрямую примыкают к жилым домам. Такое положение не может не сказываться на здоровье населения этой части города.

Худжанд обладает развитой инфраструктурой, включающей систему энерго-, газо-, водоснабжения.

В городе развита широкая сеть автомагистралей, характеризующаяся интенсивным движением автотранспорта, выбросы выхлопных газов которых оказывают отрицательное влияние на экологическое состояние города.

Положительным аспектом развития города является разветвленная сеть зеленых зон. В разных частях города развита система парков особенно в прибрежной зоне р. Сырдарья.

Таким образом, г.Худжанд сочетает в себе как положительные, так и негативные аспекты, в той или иной степени влияющие на его экологическое состояние.

Оценка этого состояния складывается из характеристики состояния атмосферного воздуха очистки города от твердо-бытовых и промышленных отходов, состояния системы канализации и обеспечения населения качественной питьевой водой.

*Состояние атмосферного воздуха.* Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха по степени их вклада являются:

- автотранспорт;
- выбросы промышленных объектов;
- сгорание топлива (газ, дрова, уголь) населением;
- трансграничный привес вредных веществ в атмосферу города.

Учитывая, что автодороги города в большинстве не соответствуют количеству городского транспорта, т.е. они сильно перегружены, а жилые дома расположены близко к дорогам, этажность большинства из них не превышает 4-5 этажей, выбросы выхлопных газов отрицательно влияют не только на прохожих, но и значительную часть жителей, проживающих в зонах вблизи дорог.

Другой серьезной проблемой города является *транспортный шум*. По данным медико-биологических исследований городской транспортный шум вызывает более 70% всех нервных расстройств городского населения, который выражается в преждевременной усталости, раздражительности, бессоннице и возникновении нарушения сердечной деятельности и зрения.

Вторым источником загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы от промышленных объектов. Согласно статистическим отчетам эти выбросы уменьшаются с 358,3 тн (2003г) до 275,2 тн (2007г). При этом в выбросах основную массу составляют твердые (пыль, сажа и др.) - 115,2 тн, сернистый ангидрид - 35,1 тн, оксид углерода - 95,4 тн, окислы азота - 23,6 тн, углеводороды - 2,5 тн в год.

Уменьшение выбросов от промышленных источников связано, в первую очередь, с уменьшением объемов производства и временем работы объектов.

Вклад от сжигания топлива населением увеличился за счет практически полной ликвидации центральной системы отопления, перебоев с подачей электроэнергии. Население вынуждено в большем количестве сжигать твердые и жидкое топливо для обогрева в зимний период времени.

В силу характерной розы ветров трансграничное загрязнение атмосферы города является незначительным и достигает своего пика в периоды проведения пахотных работ, строительства дорог и иных объектов вблизи границ города (в западном и восточных направлениях).

Выбросы вредных веществ в атмосферу на территории города влияют на здоровье населения, на состояние растительного мира и состояние зданий и сооружений города [9].

Образование фотохимического смога, кислотных дождей, выбросы высокотоксичных веществ приводит к увяданию и гибели растений, усиливается в условиях жаркого климата и повышенной солнечной активности, что характерно для города Худжанда.

Частью экологического состояния города является состояние систем водоснабжения и канализации. В целях обеспечения водой хорошего качества проведены работы по подводу к городу воды с Овчи-Калачинского месторождения, что позволило улучшить водоснабжение части населения (левый берег) питьевой водой хорошего качества.

Однако до настоящего времени большая часть населения города потребляет воду с повышенной жесткостью.

В неудовлетворительном состоянии находятся канализационные сети города из-за их морального и технического износа. Частые прорывы этих сетей приводят к загрязнению земельных ресурсов города и реки Сырдарья. Существующие канализационно-очистные сооружения города из-за их неудовлетворительного технического состояния не производят очистку сточных вод в полном объеме.

Таким образом, на основании анализа различных экологических факторов, на территории города можно выделить ряд зон с неблагоприятной экологической обстановкой. К ним, в первую очередь, относится юго-западная промышленная зона, где расположены стеклотарный, консервный заводы, предприятия текстильной промышленности и другие. Зона «Гулистон», где расположены многочисленные магазины строительных материалов, особенно сильнопылящих (цемент, известь), цеха по переработке хлопкосырца, рынок.

Положительным в практике проектирования ряда относительно новых городов – Явана, Нурека, Дангары, Гиссара, Турсун-Заде и других является попытка органичного включения системы обводнения и озеленения в планировочную структуру города. Широное расположение источников водоснабжения играет важную роль в организации "линейно-лучевого" построения системы озеленения города Явана. В данном случае органичная взаимосвязь обводнения и озеленения может служить примером рациональной, непрерывно организованной водно-озелененной структуры города. В плане озеленения Турсун-Заде выявляется организация смешанной "линейно-ядерной" системы озеленения. Однако обводнение территории ограничивается использованием только естественного водного потока, служащего планировочной осью в композиционном построении города. Зеленый диаметр вдоль водного потока дополняется ядерной системой озеленения только в северной части города, в то время как в южной части территории города озелененные участки отсутствуют [5.6].

В проекте озеленения Дангары, осваиваемом в степной зоне южного региона, предусматривается создание ряда крупных парков в окружении небольших озелененных пространств микрорайонов. «Организация

системы озеленения по городу в целом базируется на создании отдельных локальных водоемов, снабжаемых водой из Нурекского водохранилища. Система обводнения центральной части города и отдельных микрорайонов основана на принципе непрерывности связи отдельных мелких каналов и водоемов. Натурные обследования показывают эффективность и возможность развития этого принципа не только в условиях города Дангары, но и в других городах республики. В масштабах республики Дангара является первым примером, показывающим возможность создания искусственной системы обводнения и озеленения в условиях степной зоны».

Таким образом, наметившаяся в практике проектирования республики тенденция приспособления озеленения пространств к структуре расположения естественно сложившихся водотоков и взаимоорганизации их с планировочной структурой городов является положительным явлением, свидетельствующим об определенных сдвигах на пути поиска решения проблемы. Однако, несмотря на положительные стороны предлагаемых вариантов, они часто не учитывают обязательного условия полной территориальной связи водоемов и озелененных участков территории города. Анализ причин позволяет полагать, что при проектировании озелененных пространств в условиях Таджикистана не всегда учитываются особые требования, диктуемые спецификой природно-климатических условий горного региона. Это позволяет судить о недостаточно глубоком научно обоснованном подходе к формированию ландшафтов.

Изучение зарубежного опыта, например, Москвы, Минска, Дамаска, Чандигарха, Кабула и других, представляет интерес с позиций практики организации системы озеленения и обводнения городов в аналогичных местным природно-климатическим условиям [1].

Натурные обследования, проводившиеся в зонах общественного пребывания городов Душанбе, Худжанда, Пенджикента, Истаравшана, Исфары, Куляба, Дангары, Явана, Нурека, а также анализ ряда проектных предложений, позволили выявить основные направления практики проектирования и строительства.

Несмотря на достижение определенных успехов в период советской власти в южных республиках бывшего Советского Союза в формировании общего идейно-художественного замысла и организации элементов ландшафта территорий, например, перед дворцом культуры

колхоза имени Саидходжа Урунходжаева близ Худжанда, зданием публичной библиотеки в Ашхабаде, торговым центром в Бишкеке, новой площади в Алматы и другими сооружениями, недоучтены многие моменты функционально-пространственной организации ландшафта с позиций создания оптимального микроклиматического и психофизиологического комфорта для посетителей.

«Формальное отношение к ландшафтной организации территорий приводит к тому, что зачастую их проектирование происходит под влиянием примеров и приемов, широко распространенных в условиях средней полосы бывшего СССР или стран, расположенных в зоне умеренного климата.

Например, формирование ландшафтов территорий площадей административного назначения, площадей перед крупными общественными сооружениями и других происходит так же, как это принято в прибалтийских республиках и РСФСР в период советской государственности. Особенно явно это наблюдается при сравнении примеров открытых городских пространств Узбекистана, Таджикистана, Туркмении с аналогами в указанных регионах».

Здесь те же широко раскрытые пространства площадей, минимальное количество высокой растительности - 3-4%, щедро поставленные солнцу водные поверхности -2-8%, обилие почвопокровных - 40-60% и инертных покрытий - 30-40%. [5].

Недостаточная защищенность территорий от прямого воздействия солнечной радиации вследствие несоблюдений пропорций между затененными и открытыми пространствами; непродуманность соотношений и правильной взаимоорганизации ведущих элементов ландшафта; нерациональное использование водных ресурсов и недоучет био-экологических особенностей произрастания растений, приводят к тому, что в большинстве городов (исключением являются центральные зоны Душанбе) водоемы лишь периодически заполняются водой, быстро выгорают почвопокровные, температура в зоне площадей на 1-2,5<sup>0</sup> выше, чем на прилегающих территориях.

Натурное изучение ландшафтно-парковых территорий также показало широкое распространение европейских приемов садово-паркового искусства. По планировочным приемам большинство городских парков представляют собой ландшафтно-регулярные минипарки с обязательным партером и пейзажной частью. Однако из-за борьбы с перегревом пространства территорий, предназначенных играть роль видовых участков, засаживаются так густо, что

теряют свое первоначальное композиционное значение.

Чрезмерная плотность посадок, густая растительность создают неблагоприятный аэрационный и инсоляционный режим территорий, препятствуют визуальной связи пространства, часто лишают парковую среду художественной выразительности.

В результате формирования не соответствующих климату приемов организации чрезмерно открытых (на площадях и скверах) и закрытых (в садах и парках) пространств происходит перегрев территории в первом случае, и неблагоприятный аэрационный режим во втором, что создает дискомфортные микроклиматические условия, ухудшает санитарно-гигиенические и эстетические характеристики ландшафта, снижает эффективность использования территорий.

До недавнего времени городские сады большинства городов Таджикистана представляли собой большей частью озелененные по самостоятельной инициативе участки, в которых нет ни композиционно-художественных идей, ни даже просто разумно и рационально организованного пространства (например, в центральном парке культуры и отдыха города Бохтар, центральном парке культуры и отдыха близ Калаи Худжанд, саду в Худжанде и другие) [4].

Отсутствие элементов среды, рассчитанных на «притяжение» отдыхающих в определенное время суток - утром, днем или вечером, существенно отражается на эффективности использования парковых территорий. Вместе с неправильно организованной системой формирования ландшафта, не дающей возможности нивелировать неблагоприятные природно-климатические условия, не всегда имеются и необходимые условия для нормального роста и развития растительности.

Исключением из этого является только сад Рудаки (Боги устод Рудаки) на одноименном проспекте в Душанбе и недавно реконструированном парке имени Садриддина Айни на севере города по этому же проспекту. Существующие примеры из зарубежной практики - Прибрежный парк и парк "Аль-Азизия" в лагуне Полумесяца в Сингапуре и островной парк в Даммам-Хабаре, созданные в аналогичных природных условиях, являются примерами парков с рациональным расположением открытых и закрытых пространств [8].

Анализ состояния ландшафтов городов Таджикистана в целом говорит о необ-

ходимости его совершенствования. В первую очередь это касается общественных территорий городов, т.к. именно они являются "лицом" города.

В экстремальных условиях среднеазиатского региона: повышенная температура и высокая солнечная радиация, отсутствие влаги в воздухе и недостаточная обводненность территории - создают сложности в формировании ландшафтов городских территорий [9].

Это обстоятельство требует дополнительной разработки принципов проектирования, т.к. в существующей практике не всегда достаточно глубоко учитываются специфические условия развития и ландшафтной организации городов Таджикистана.

#### Литература:

1. Такой анализ произведен в книге: Исмаилов М.И. Ландшафтная организация и благоустройство городских территорий Таджикистана (традиции и современность). /Под редак. Р.С.Мукимова. –Монография. – Душанбе: Изд. ТТУ им. акад. М.С.Осими, 2018. – С. 107-110.
2. Ибрагимов Н. Ибн Батута (1333) как источник по истории Средней Азии // Средняя Азия в древности и средневековье (история и культура). – М.: Наука, 1977. - С. 141.
3. Мец Адам. Мусульманский Ренессанс. – М.: Изд. Восточной литературы, 1966. – С. 322, прим. 2.
4. Хасанов А., Вишневский А. Сталинабад – столица Таджикской ССР. (исторический очерк). – Сталинабад: Таджикгосиздат, 1959. – С. 191-192.
5. Мамаджанова С., Мукимов Р., Тиллоев С. Очерки истории и культуры Душанбе. /Под общей редак. Р.С.Мукимова. – Душанбе: АН РТ- ОО «ICOMOS в Таджикистане», 2008. – С. 97.
6. Мамаджанова С., Мукимов Р., Тиллоев С. Очерки истории и культуры..., указ.соч., с. 97.
7. Мамадназаров Х. Рожденный Октябрем. – Душанбе: Изд. «Ирфон», 1975.
8. Камилова Л.А. Принципы формирования ландшафтов городов, расположенных в сухом жарком климате (на примере Узбекистана): Дисс... канд. архитектуры. – Ленинград, 1984 (спец. 18.00.04). – С. 46.
9. Национальный отчет Республики Таджикистан (в рамках Программы UNEP по

содействию и помощи развивающимся странам в выполнении Йоханесбургского Плана реализации цели – «Планы (2005) действий по Интегрированному Управлению Водными ресурсами и Водосбережению»). – Душанбе, 2006. – С. 2.

#### БА ШАКЛИ МУАЙЯН ДАРОВАРДАНИ ШАРОИТҶОИ ТАБИЙ ВА АНТРОПОГЕНИИ МАНЗАРАҶО ДАР ШАҲРҶОИ ТОҶИКИСТОН

*М.И. Исмаилов*

Дар мақола масъалаҳои далелии экологӣ барои ба шакли муайян даровардани манзараи шаҳрҳои давраи қадим ва ҳозиразамони Тоҷикистон дида баромада шудааст. Бо назари танқид ба шакли муайян даровардани манзараҳои шаҳрҳои Хучанд, Норақ, Данғара, Ёвон ва ҳоказо муҳокима мешавад. Дар ин ҳолат тадқиқоти шаҳрҳои Москва, Минск, Димишқ, Чандигарх, Қобул ва дигар шаҳрҳои хориҷи кишвар нишон медиҳад, ки таҷрибаи ин шаҳрҳо дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода бурдан мумкин аст.

**Калимаҳои калидӣ:** манзара, антропогенӣ ва табиӣ, шароит, нақшаи кулӣ, тарҳкашии шаҳрҳо, ободонии сарзаминҳо, кабудизоркунӣ.

#### NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS IN FORMING LANDSCAPE OF CITIES OF TAJIKISTAN

*M.I. Ismailov.*

Ecological factors in the formation of the landscape of ancient and new cities of Tajikistan are considered in the article. For this, the landscapes of the cities of Khujand, Nurek, Dangara, Javan and others are subjected to thorough critical analysis. The positive experience of such foreign cities as Moscow, Minsk, Damascus, Chandigarh, Kabul and others is studied for possible application in the conditions of the Republic of Tajikistan.

**Key words:** landscape, anthropogenic and natural factor, general master plan, urban planning, landscaping, gardening.

#### Сведения об авторе:

Исмаилов М.И. – старший преподаватель Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, mikhail.ismailov.44@mail.ru

## СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

*М.С. Ситамов, Джовиди Джамшед, Д.Х. Саидов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*Применение бетона в строительстве и ужесточение условий эксплуатации конструкций требует постоянного совершенствования его прочности, трещиностойкости, сопротивления ударным и динамическим воздействиям. Авторами исследовано дисперсное армирование бетонов и армирование непрерывной волокнистой арматурой, изготовленной из вулканических камней местечка Долина Айтского района. Их переработка проводится в цехе с использованием современного оборудования, которое придает бетону повышенную стойкость к растрескиванию, гибочным и разрывным нагрузкам. Структурообразование дисперсно-армированных бетонов на основе местного сырья позволяет создать необходимый запас прочности, сохраняя целостность конструкции, даже после появления сквозных трещин.*

**Ключевые слова:** *структурообразование, дисперсно-армированные бетоны, базальтовая фибра.*

*Изложение основного материала.* В современных условиях в строительной отрасли в Республике Таджикистан все большее распространение приобретает структурообразование бетонов. Их особенностью является то, что они вместе с высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками уплотняются и полностью заполняют форму без механического воздействия под действием собственного веса. Однако и в таких бетонах прочность на растяжение и на изгиб на порядок ниже прочности на сжатие. Один из способов, позволяющий улучшить работу бетона на растяжение и повысить его трещиностойкость, предусматривает введение местного сырья Республики Таджикистан, а именно фибры.

Основными направлениями использования структурообразованных бетонов, армированных дисперсными волокнами, являются ресурсосберегающее высотное строительство, промышленные полы, атомные электростанции, морские гидротехнические сооружения, водохранилища, крупногабаритные сборные конструкции, строительство мостов и тоннелей, монолитные и сборно-монолитные специальные сооружения, покрытия взлетно-посадочных полос аэродромов, моно-

литных конструкций стартовых комплексов для космических систем и других специальных объектов.

Расширение применения бетона в строительстве и ужесточение условий эксплуатации конструкций требует постоянного её совершенствования по прочности, трещиностойкости, сопротивления ударным и динамическим воздействиям. Дисперсное армирование и армирование непрерывной волокнистой арматурой придает бетону повышенную стойкость к растрескиванию, гибочным и разрывным нагрузкам, позволяет создать необходимый запас прочности, сохраняя целостность конструкции, даже после появления сквозных трещин. На сегодня сдерживающими факторами в процессе внедрения армирования бетонных изделий волокнами (стеклянными, полимерными, металлическими) являются низкая химическая стойкость волокон в среде твердеющего цементного теста, высокая стоимость синтетических волокон при их низкой эффективности, дефицит фибры [1]. Все вышеперечисленные недостатки полностью отсутствуют у базальтовой фибры. При широком применении железобетона особого внимания заслуживают композиционные материалы, в которых роль матрицы выполняет цементный камень, а в качестве арматуры используются базальтовые волокна. Применение дисперсного армирования в структурообразованных смесях обеспечивает возможность частичного или полного отказа в использовании арматуры в железобетонных конструкциях.

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик современных бетонов ставят высокие требования к материалам для их приготовления. Особое значение для армирования структурообразованных бетонов базальтовой фиброй имеет ее химическая стойкость в щелочной среде бетона. Обязательным является использование неорганических материалов с высокой удельной поверхностью, которые увеличивают водоудерживающую способность смеси (зола-унос, микрокремнез) и суперпластификаторов, позволяющих регулировать технологические свойства смеси и получать реопластические бетоны с низким водоцементным отношением, обладающих высокой когезией, и не



расслаиваются. Проведенные исследования [2] показывают, что при соблюдении определенных условий базальтовую фибру можно использовать для армирования бетона.

*Результаты исследований.* Армирование фиброй может заменить армированием стержневой арматурой в плитных конструкциях промышленных полов, покрытиях автомобильных дорог и изгибаемых элементах. Улучшение реологических свойств бетонной смеси обуславливает использование многокомпонентных составов структурообразованных фибробетонов с использованием химических и минеральных добавок, дисперсных волокон и полифракционных заполнителей [3]. Использование комплексных добавок позволяет изготавливать мало- и густоармированные конструкции меньшей толщины, увеличить производительность укладки бетона. Получение структурообразованных фибробетонов заключается в получении материала с максимальной плотностью и минимальными микротрещинами, порами. Основой технологии структурообразованных фибробетонов является повышение однородности бетонной смеси путем уменьшения максимального размера крупного заполнителя, использования микрозаполнителей для достижения максимальной плотности, включения в состав бетона суперпластификаторов для максимального разжижения бетонной смеси и дисперсного армирования структуры цементного камня [4, 6].

Для изготовления структурообразованных фибробетонных смесей использовали следующие исходные материалы: портландцемент из завода «Хуаксин Гаюр Цемент». Как мелкий заполнитель бетона применяли кварцевый песок с модулем крупности  $M_{кр}=1,77$ . Смесь дисперсно армировали базальтовой фиброй диаметром 16 микрон, изготовленную из вулканических камней из местечка Долина Аштского района и перерабатывали в данном цехе с использованием современного оборудования. Для повышения подвижности смеси и уменьшения водопотребления в состав смеси вводили суперпластификатор на поликарбоксилатной основе (ПКС) и микрозаполнитель – метакаолин. Испытание текучести и вязкости бетонной смеси определяли согласно методу испытаний FFB (Flie-ma- –Flie-zeit – Bloker – Test).

Для проведения экспериментальных исследований с структурообразованного фибробетона различных составов формовали образцы-балочки размером 4x4x16 см. При проектировании складов структурообразо-

ванного фибробетона был применен метод ортогонально-центрального композиционного планирования (ОЦКП). Факторами оптимизации выбрано содержание метакаолина и значения расхода суперпластификатора поликарбоксилатного типа, испытано 9 складов структурообразованного фибробетона.

Улучшение показателей качества бетонных изделий достигается за счет применения математических моделей, которые учитывают и описывают реологию бетонных смесей, оптимальное распределение заполнителей в структуре материала, а также статистических зависимостей, оценивающих влияние микрозаполнителей на эксплуатационные характеристики сооружений [6]. Для проектирования состава структурообразованного бетона, армированного базальтовой фиброй, выполнено экспериментально-статистическое моделирование с решением многопараметрических задач оптимизации с позиции адекватности свойств критериям функциональности. Факторами оптимизации выбрано количество расхода суперпластификатора поликарбоксилатного типа ( $X_1=1,0; 2,0; 3,0$  мас.%) и минеральной добавки на основе метакаолина ( $X_2=0; 60; 120$  кг) по стабилизированным значениям расхода регулятора вязкости (0,1 мас. %). Цементирующая система- портландцемент–активная минеральная добавка – суперпластификатор поликарбоксилатного типа–базальтовая фибра обеспечивает требования к пластифицированным цементам.

Полученные результаты коэффициентов уравнений регрессии для расплыва конуса и предела прочности на сжатие приведены в табл. 1.

Таблица 1.  
Значения коэффициентов уравнений регрессии

| Функции отклика | Коэффициенты регрессии |       |       |          |          |          |
|-----------------|------------------------|-------|-------|----------|----------|----------|
|                 | $b_0$                  | $b_1$ | $b_2$ | $b_{11}$ | $b_{12}$ | $b_{22}$ |
| $Y_1$           | 292,22                 | 34,17 | 32,50 | -46,83   | 13,17    | -31,25   |
| $Y_2$           | 13,97                  | 1,17  | -3,12 | -1,90    | 1,15     | -4,23    |
| $Y_3$           | 46,57                  | -1,23 | -2,08 | 1,58     | 0,43     | 2,88     |
| $Y_4$           | 63,17                  | -0,57 | 1,10  | -1,20    | 3,70     | 1,70     |
| $Y_5$           | 83,33                  | 1,91  | 6,28  | -6,05    | -4,05    | -5,75    |
| $Y_6$           | 9,46                   | -0,45 | 0,18  | 0,52     | -0,43    | 0,30     |
| $Y_7$           | 11,56                  | 0,26  | -0,28 | 0,91     | 0,53     | 0,21     |
| $Y_8$           | 11,23                  | 0,37  | 1,03  | 1,15     | -0,55    | -0,18    |

При планировании эксперимента были выбраны следующие контрольные параметры:  $Y_1$  – расплыв конуса цементного раствора;  $Y_2$  – условная вязкость цементного раствора,  $\tau_{250}$ , с;  $Y_3, Y_4, Y_5$ , – предел

прочности образцов на сжатие через 2; 7 и 28 суток твердения соответственно;  $U_6, U_7, U_8$ , – предел прочности образцов на изгиб через 2; 7 и 28 суток твердения соответственно.

По полученным уравнениям регрессии построены изопериметрические поверхности и диаграммы, адекватно описывающие зависимость прочности на сжатие от

переменных параметров через 2 и 28 суток твердения (рис. 1).

Полученными сравнительными исследованиями реологических свойств бетонных смесей установлено, что оптимальными показателями условной вязкости и текучести характеризуется структурообразование бетонов с добавлением базальтовой фибры.

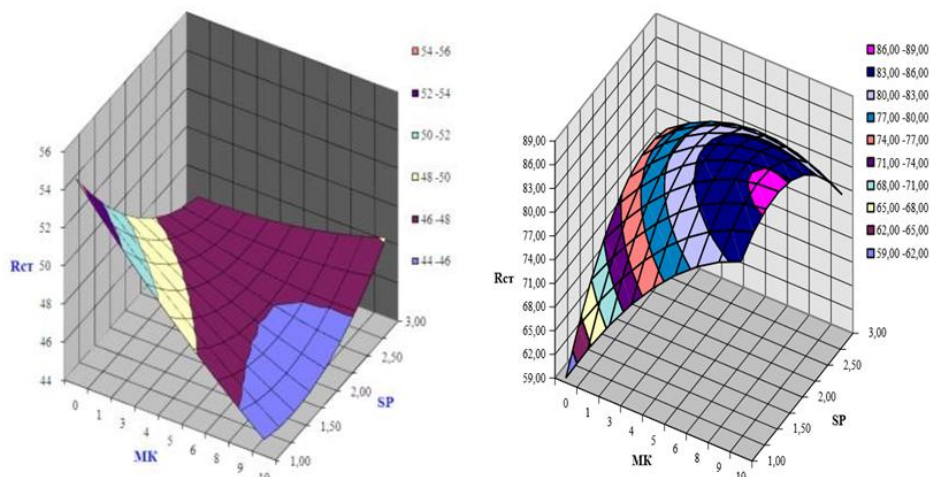


Рис. 1. Поверхности отклика изменения прочности на сжатие суперпластифицированных цементующих систем, армированных базальтовой фиброй, через 2 и 28 суток твердения.

Установлено, что полученное структурообразование бетонной смеси, армированной базальтовой фиброй, характеризуется повышенной плотностью (средняя плотность составляет  $2400-2425 \text{ кг/м}^3$ ) и низким воздухозахватом ( $0,35\%$ ). Показано, что введение фибры в состав структурообразованного бетона не приводит к уменьшению пластичности бетонной смеси. Так, расплыв конуса структурообразованного бетона составляет  $780 \text{ мм}$  ( $t_{500}=6 \text{ с}$ ) при водоцементном отношении ( $V/C=0,3$ ), после введения базальтовой фибры –  $790 \text{ мм}$ , условная вязкость при этом составляет  $t_{500}=5 \text{ сек}$ . Следует отметить, что введение базальтовой фибры способствует росту прочности при сжатии структурообразованных бетонов в начальные сроки твердения (рис. 2) и не влияет на его водопоглощение ( $W_m=2,2\%$ ).

**Выводы.** Таким образом, исследованиями реологических свойств фиброармированных структурообразованных бетонных смесей показано, что они характеризуются вязкостью, затвердевший структурообразованный бетон имеет высокую марочную прочность. Комплекс проводимых исследований структурообразования бетонных смесей на основе модифицированных цементующих систем позволяет обосновать возможность получения качественных бетонных смесей, объяснить механизм их позитивного влияния на строительно-технические свойства и долговечность бетонов. Управление сложными процессами, которые происходят в бетоне, является необходимым элементом получения высококачественных изделий и конструкций.

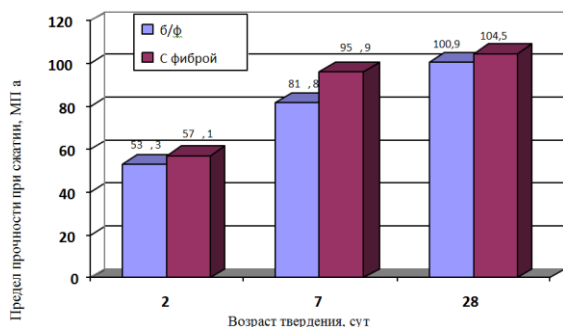


Рис. 2. Прочность структурообразованных бетонов

### Литература:

1. Гоц В.И. Выщелачивание базальтового волокна различных модификаций. И. Гоц, П. П. Пальчик, С. П. Шпера, А. Ю. Резник // Ресурсосберегающие материалы, конструкции, здания и сооружения. Сборник научных трудов. – СПб, 2010. – Вып. 2015. – с. 17 – 22.
2. Болотских А.Н. Европейские методы физико-механических испытаний бетона. // Харьков, 2016.

3. Большаков В., Дворкин Л.И., Дворкин А.Л. Основы теории и методологии многопараметрического проектирования составов бетона: Монография. 364 с.

4. Design, Production and Placement of Self-Consolidating Concrete// Proceedings of SCC2010, Montreal, Canada, 2014.

5. Мелкозернистое структурообразование бетона в монолитном строительстве / А.Г. Позняк, Н. А. Саницкий, В.Д. Марущак, И.И.Киракевич // Буд. материалы, изделия и сан. техника: Науч.-техн. сборник — К, 2015. — Вып. 35. — С. 78-83.

6. Шарифов А. Цементно-волокнистые вяжущие и химические добавки для повышения стойкости бетона в агрессивных средах. –Душанбе: Дониш, 1994, 284 с.

### СОХТОРБАНДИИ БЕТОНҲОИ ДИСПЕРСӢ–АРМИРОНИДАШУДА ДАР АСОСИ АШӢИ ХОМИ МАҲАЛЛИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

*М.С. Ситамов, Ҷовиди Ҷамшед,  
Ҷ.Ҷ. Саидов*

Истифодаи бетон дар сохтмон ва вазнин будани шароитҳои истифодабарии конструксияҳо такмили доимии мустақамӣ, тарқиштоварӣ, муқовимати таъсири зарбаӣ ва динамикии онро талаб менамояд. Муаллифон оид ба раванди дисперсионӣ-армиронии бетонҳо ва армиронии арматураи нахдори пайваста, ки аз сангҳои вулкони Водии ноҳияи Ашт сохта шудаанд, таҳқиқот гузаронидаанд. Коркарди онҳо дар сеҳ бо истифода аз технологияи муосир гузаронида шудааст, ки дар натиҷа ба бетон устувории баландро дар муқобили ба амал омадани тарқишҳо, борҳои хамшавӣ (қайшӣ) ва рахнашавӣ (қандан, қатъшавӣ) медиҳад. Сохторбандии бетони дисперсионӣ-армиронидашуда бо истифода аз ашӣи хоми маҳаллӣ, имконияти таъсиси захираи зарурии мустақамиро дошта, ҳатто баъд аз пайдо шудани тарқишҳои дутарафа яқлуктии конструксияҳо ро нигоҳ медорад.

### ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Н.Н. Хасанов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В данной статье рассмотрены основные принципы формирования архитектурно-пространственной среды социальных комплексов для детей с ограниченной функцио-*

**Калимаҳои калидӣ:** сохторбандӣ, бетони дисперсӣ-армиронидашуда, нахи базалтӣ.

### STRUCTURE FORMATION OF DISPERSED REINFORCED CONCRETE ON THE BASIS OF LOCAL RAW MATERIALS OF REPUBLIC OF TAJIKISTAN

*M.S. Sitamov, Jovidi Jamshed, D.H. Saidov*

The use of concrete in construction and the tightening of the operating conditions of structures requires the continuous improvement of its strength, crack resistance, resistance to impact and dynamic effects. The authors investigated the dispersion reinforcement of concrete and reinforcement with continuous fiber reinforcement made of volcanic stones from Dolin village of Asht district. Their processing is carried out in the shop with the use of modern equipment, which gives the concrete a higher resistance to cracking, bending and breaking loads. The structure formation of dispersion-reinforced concrete based on local raw materials allows you to create the necessary margin of safety, while maintaining the integrity of the structure, even after the appearance of through cracks.

**Key words:** structure formation, disperse-reinforced concrete, basalt fiber.

#### **Сведения об авторах:**

Ситамов Музаффар Сикандарович – ассистент кафедры «Производство строительных материалов, технология и организация строительства», контактная информация: тел. (+992) 918 802185, E-mail: Sitamov88@mail.ru

Джовиди Джамшед – ассистент кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», контактная информация: тел. (+992) 904280102, E-mail: JovidiJamshed@mail.ru

Саидов Джамшед Хамрокулович – д.т.н., профессор кафедры «Производство строительных материалов, технология и организация строительства», контактная информация: тел. (+992) 918 668171, E-mail: jamshed66@mail.ru

УДК: 72.725

*нальной возможностью. Уделено внимание важности создания многообразной по формам и содержанию архитектурной среды, вызывающей у детей положительные*

*эмоции и любовь к своей среде обитания.*

*Предложены состав и площади участков, типы и использование внешних и внутренних ориентиров на участке социальных комплексов.*

**Ключевые слова:** *архитектурно-пространственная среда, дети с ограниченной функциональной возможностью, социальный комплекс, объемно-планировочное решение, функциональное зонирование, система ориентиров.*

Два важнейших момента - постоянное пребывание воспитанников в течение 10-12 лет в социальном комплексе и специфика их заболеваний - являются отправными в формировании архитектурно-пространственной среды зданий этих учреждений.

Не требует доказательств тот факт, что архитектор, построивший социальный комплекс, будет своим творением постоянно участвовать в лечебно-педагогическом процессе, оказывая благотворное или негативное влияние на жизнь воспитанников.

Отсюда, с одной стороны, - важность создания многообразной по формам и содержанию архитектурной среды, вызывающей у детей положительные эмоции и любовь к своей школе. С другой стороны, необходимость скрупулезного учета и выявления в архитектурном решении тех специфических особенностей, которые создают детям удобства пребывания в архитектурной среде и помогают преодолевать свои недостатки.

Жизнь детей в социальном комплексе проходит в здании и на окружающем участке. Учебно-воспитательный и лечебно-восстановительный процессы и соответствующий им режим дня предусматривают постоянную связь между зданием и участком. Поэтому архитектурно-пространственная среда социального комплекса должна рассматриваться как комплекс внутренних и внешних пространств, организованных зодчим с учетом требований педагогики, медицины, психологии, эстетики.

Влияние природной среды на формирование организма ребенка, специфика познания им окружающего мира, глубокое положительное психологическое воздействие на ребенка контактов с природой определяют необходимость теснейшей связи, взаимопроникновение здания и природы. Это взаимопроникновение можно определить двумя категориями: функционально-технологической и архитектурно-психологической.

Функциональная сторона этой проблемы решается на основе ступенчатой

структуры, обеспечивающей разделение учебно-жилой части здания на отдельные 1-2-х этажные группы с самостоятельными выходами на участок.

Архитектурно-психологический аспект связан с таким объемно-планировочным решением, которое бы включало элементы природы и обеспечивало продуманную смену, развитие внутренних пространств, "раскрытых" на природу и создающих чувство постоянного присутствия природы в жизни детей.

Такой подход к архитектурной организации социального комплекса характерен для создания среды обитания человека в целом.

А.К. Буров в своей книге "Об архитектуре" [1] говорит: "Связь с природой надо установить снова, только не по принципу "назад к природе", а по принципу "вперед к природе".

Вальтер Гроппиус [2] писал: "...пространство кажется перемещающимся внутрь и наружу. Форма бесконечного наружного пространства становится частью архитектурной пространственной композиции, которая не заключается границами стен, как в прошлом, а продолжается за пределами здания в его окружение".

Эту мысль развивает Эдуард Д. Стоун [3]. "Всякое здание должно быть в какой-то мере согласовано с природой. Оно должно гармонировать с природой, а не противоречить естественным законам нашего окружения. Возьмем, к примеру, тепло, холод, солнечные лучи. Это чрезвычайно могущественные силы. Пытаясь строить сплошь застекленные здания, где угодно, мы игнорируем законы природы".

Стремление к соединению здания и природной среды, а также отмеченные выше специфические требования оказывают решающее влияние на структуру участка. Участок социального комплекса организуется с учетом функционального зонирования на учебно-опытную, спортивную, хозяйственную зоны и зону отдыха. Учебно-опытная зона и зона отдыха предусматривает распределение детей по отдельным площадкам и участкам в соответствии с их возрастом.

На базе проведенных обследований действующих спецшкол-интернатов, рекомендаций педагогов и гигиенистов, учета стандартных размеров спортивных площадок, а также систем внешних ориентиров (см. ниже) автором был разработан состав и площади земельных участков социальных

комплексов для утвержденных типов зданий этих учреждений.

Состав и площади участков, приведенные в нижеследующей таблице, согласо-

ваны Министерством образования и науки РТ, Минздравом РТ и утверждены Комитетом по архитектуре и строительству при правительстве Республики Таджикистан.

| № | Зона, участка  | Площадь в м <sup>2</sup> зоны, участка школы: |                            |                       |   |
|---|--|---|----------------------------|-----------------------|---|
|   |  | для слепых и слабовидящих                     | для глухих и слабослышащих | для умственно отстал. | для детей с поражен.оп.-двиг. аппаратом |
|   | 1  | 2   | 3                          | 4                     | 5                                       |
|   | Учебно-опытная зона:                                   |   |                            |                       |   |
| 1 | а) участок овощных и полевых культур                   | 200   | 200                        | 200                   | 200                                     |
|   | б) участок питомника                                   | 200   | 200                        | 200                   | 200                                     |
|   | в) участок коллекционно-селекционный                   | 50 <sup>x</sup>                               | 50                         | 50                    | 50                                      |
|   | г) участок плодового сада и ягодника                   | 250   | 250                        | 250                   | 250                                     |
|   | д) парник  | 40  | 40                         | 40                    | 40                                      |
|   | е) теплица   | 50  | 50                         | 50                    | 50                                      |
|   | ж) зоологическая площадка                              | 50  | 50                         | 50                    | 50                                      |
|   | з) участок цветочно-декоративных растений              | Не нормируется                                |                            |                       |   |
|   | и) метеорологическая и географическая площадки         | 50  | 50                         | 50                    | 50                                      |
|   | к) площадка для занятий на воздухе (с навесом)         | 60  | 60                         | 60                    | 60                                      |
|   | л) участок для I-IV классов                            | 50  | 50                         | 80                    | 80                                      |
|   | Спортивная зона:                                       |   |                            |                       |   |
| 2 | а) площадка легкоатлетическая                          | 490 <sup>x</sup>                              | 490                        | 490                   | -                                       |
|   | б) площадка для спортивных игр                         | 1950  | 1950                       | 1950                  | 1950                                    |
|   | в) площадка для гимнастики                             | 600   | 600                        | 600                   | 300                                     |
|   | г) комбинированная площадка для волейбола и баскетбола | 540 <sup>x</sup>                              | 540                        | 540                   | -                                       |
|   | д) площадка для настольного тенниса                    | -   | 162                        | 162                   | -                                       |
|   | Зона отдыха:   |   |                            |                       |   |
| 3 | а) площадка для дошкольников                           | 210   | 150                        | 150                   | 200                                     |
|   | б) площадка для I-II классов                           | 200 (300)                                     | 200                        | 200                   | 300                                     |
|   | в) площадка для III-IV классов                         | 200 (300)                                     | 200                        | 200                   | 300                                     |
|   | г) площадки для учащихся среднего и старшего возраста  | 600 (800)                                     | 600                        | 400                   | 800                                     |
|   | д) площадки для тихого отдыха                          | 180 (360)                                     | 180                        | 180                   | 300                                     |
| 4 | Хозяйственный двор                                     | 1000  | 1000                       | 1000                  | 1000                                    |

Помимо функционального зонирования и дифференцированного построения участка с учетом возрастных особенностей воспитанников, благоустройство территории социального комплекса должно учитывать специфику заболеваний детей.

Особенности физических и психических недостатков детей, отсутствие или частичное нарушение тех или иных сенсорных восприятий диктуют введение в окружающую среду различных ориентиров и вспомогательных средств, обеспечивающих достаточные безопасность и скорость передвижения. Они делятся на внешние (на школьном участке) и на внутренние.

внешние и внутренние, ориентиры можно классифицировать по характеру их воздействия: световые, цветовые, рельефные и фактурные, звуковые, электромагнитные [4].

Наиболее широкое использование внешних и внутренних ориентиров находят в социальных комплексах для слепых и слабовидящих детей. Основные пешеходные дороги на участках таких спецшкол желательно проектировать по прямоугольной схеме. Каждая дорога должна вести непосредственно к цели движения - входу в здание. Покрытие пешеходной дороги по цвету и материалу должно отличаться от окружающих поверхностей. Края (обочины)

дороги служат указателем направления движения. Они выполняются из бордюрного камня, выступающего на 10 см от уровня покрытия дороги и контрастирующего по цвету с покрытием и окружающими поверхностями.

Источники освещения - фонари устанавливаются по одной стороне пешеходной дороги.

Входы в здание выделяются цветом. Желательно также предусмотреть установку перед входом мелодичного ориентира.

Следует применять различную по цвету окраску входной и выходной дверей.

Справа от входной двери на высоте 150-170 см крепится пластина с рельефным изображением номера учебно-жилой группы. Все обозначения даются рельефными арабскими цифрами и брайлевским шрифтом [5].

Площадка перед входом в здание и информационная пластина должны быть хорошо освещены.

Проезды и основные подходы асфальтируются. Прогулочные дорожки для безопасности движения (с учетом встречного потока) проектируются шириной не менее 3 м и ограждаются с обеих сторон перилами на высоте 90 см. На уровне земли прогулочные дорожки также ограждаются планками шириной 15 см. Огораживаются кустарники, деревья, столбы - вообще предметы, которые могут препятствовать ходьбе детей.

Профиль асфальтовых дорожек - дугообразный, середина возвышается над боковыми сторонами на 5-15 см (в зависимости от ширины дорожки). Структура таких дорожек различна. Около поворотов, вблизи перекрестков, зданий, около столбов и других препятствий структура покрытия должна быть крупнозернистой (добавляется гравий к асфальту). Шероховатая поверхность ощущается ногами и это служит сигналом к тому, чтобы замедлить ход.

Не следует забывать о зеленых насаждениях на участке. Компонировка определенных групп пород деревьев, их запахи (хвойные породы, фруктовые и т.д.) способствуют выработке ориентации при ходьбе слепых детей. Для детей с остатками зрения в качестве ориентира высаживают ярко цветущие цветы. В разных местах, особенно на поворотах, ставят указатели с текстом по Брайлю.

Игра для слепого ребенка - одно из самых ценных средств физического воспитания. Путем игры слепой овладевает пространством, развивает ловкость, быстроту, силу, смелость, слух, осязание, вырабаты-

вает свободу и легкость движений [4,5].

В учебно-воспитательном процессе должна быть широко использована игра. Подавляющее количество игр следует проводить на воздухе, но при обязательном условии: на пришкольном участке надо предусмотреть огражденную, ровную, утрамбованную или покрытую травой игровую площадку (канавка, ограждающая площадку, должна быть ясно ощутима ногами, ее ширина 15-20 см, глубина 3-5 см). Еще лучше площадку и окружающее ее место отделить: если площадка покрыта травой, то кругом площадки снимается дерн полосой 1-1,5 м, и, наоборот, если площадка утрамбована и посыпана песком, то вокруг нее полосой такой же ширины укладывается дерн или засеивается трава (в этом случае канавка уже не делается). Разные поверхности дают возможность играющим прекрасно определить границы площадки, помогают ориентироваться на ней и ликвидируют у них боязнь препятствий [5].

Намечая границы площадки, также необходимо учитывать, чтобы всякого рода препятствия (заборы, стены и т.д.), находящиеся вне площадки, отстояли от ее границ не менее чем на 2,5-3 м.

При организации постоянной площадки окаймляющую полосу лучше всего делать несколько наклонной (т.е. начиная от площадки полоса постепенно поднимается под углом в 10-12°), ширина полосы должна быть не менее 3-3,5 м. В этом случае поверхности полосы и площадки могут быть однородными, так как даже незначительный наклон полосы является уже вполне достаточным, явно ощутимым ориентиром для играющих.

### **ТАШАККУЛЁБИИ МУҲИТИ МЕЪМОРИВУ ФАЗОГИИ МАҶМААҲОИ ИҶТИМОЙ Н.Н. Ҳасанов**

Дар мақолаи мазкур асосҳои ташаккулёбии муҳити меъмориву фазогии маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта баррасӣ гардидааст. Дикатти муҳим барои барпо намудани муҳити меъмории шаклу мундариҷаи муфиддошта дода шудааст, ки он метавонад барои бедор намудани эҳсосоти мусбӣ ва муҳаббат нисбат ба муассиса дар тафаккури хонандагон бедор намояд. Таркиб ва масоҳати минтақаҳо, намуд ва роҳҳои истифодабарии воситаҳои нишонавӣ дар мавзеи маҷмааҳои иҷтимоӣ пешниҳод гардидааст.

**Калимаҳои калидӣ:** муҳити меъмориву фазогӣ, кӯдакони имконияти маҳдуддошта, маҷмааи иҷтимоӣ, ҳалли ҳаҷмию тарҳӣ, мавзёбандии таъинотӣ, тартиби васоити нишонавӣ.

### FORMATION OF ARCHITECTURAL-SPACE ENVIRONMENT OF SOCIAL COMPLEXES

*N.N. Khasanov*

This article discusses the basic principles of the formation of the architectural-spatial environment of social complexes for children with limited functionality. Attention is paid to the importance of creating an architectural environment of diverse forms and content, causing children to have positive emotions and love for their environment.

The composition and areas of plots, types and uses of external and internal landmarks on the site of social complexes are proposed.

**Key words:** architectural and spatial environment, children with limited functionality, social complex, space-planning solution, functional zoning, reference system.

### Литература:

1. Буров А.Л. Об архитектуре. М., Стройиздат 1960.
2. Гропиус В. Границы архитектуры. М., Искусство, 1971.
3. Современная архитектура. №2 1961, №2 1971, №2 1973. М. Стройиздат.
4. Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры. – М.: Стройиздат, 1987. -200 с. – (Архитектору-проектировщику).
5. Хасанов Н.Н. Принципы проектирования учебно-производственных зданий для людей с недостатками зрения: Монография / Под ред. д.т.н., проф., чл.-корр. АН РТ Кобулиева З.В.– Душанбе:, 2017 202с.

### Сведения об авторе:

Хасанов Нозимшо Назокатшоевич – канд. арх., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ имени академика М.С. Осими. Контактный телефон: +992 907 70 07 12. Email: [kapitelh@mail.ru](mailto:kapitelh@mail.ru).

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ЛЕССОВЫХ ПОРОДАХ.

*О.К. Комилов, Б.Б. Шоназаров*

*Таджикский национальный университет*

*Одним из существенных инженерно-геологических процессов, связанных с хозяйственной деятельностью человека являются оползневые процессы. Оползни широко проявляются в Гиссарской, Яванской, Обикикской долинах, в предгорных районах.*

*Инженерно-геологическая оценка устойчивости оползней основывается на данных комплексного изучения морфологии и строения; обводненности слагающих его горных пород и их физико-механических свойств; динамики развития оползневых явлений и соотношения усилий, определяющих равновесие масс горных пород и др. Окончательная оценка устойчивости оползней должна основываться на методах изучения состояния равновесия горных пород их слагающих. Это – методы расчета устойчивости оползней. Показателем устойчивости оползней выражается коэффициент запаса устойчивости, который определяется из соотношения удерживающих и сдвигающих усилий, действующих на оползень.*

*В статье из многочисленных методов расчета устойчивости горных пород на склонах и откосах рассматриваются некоторые, наиболее известные для практики строительства и мелиоративного освоения лессовых грунтов слагающих оползень. Это методы расчета устойчивости оползней, имеющих наклонную поверхность скольжения; методы расчета устойчивости оползней, имеющих вогнутую условно круглоцилиндрическую поверхность скольжения и метод равнопрочного склона и откоса, предложенного Н.Н.Масловым.*

**Ключевые слова:** *оползень, метод расчета, устойчивость склона, порода, лесс, район, динамика, оценка, коэффициент устойчивости.*

Почти половина территории Таджикистана расположена на высоте более 3000 м. Горные громады повсеместно изрезаны густой сетью ущелий и каньонов, по дну которых протекают потоки горных рек. Склоны ущелий изборождены глубокими оврагами, разделенными короткими двускат-

ными краями. Равнинные пространства его представляют собой преимущественно расширенные участки речных долин или обширные межгорные впадины, заполненные аллювиальными и пролювиальными отложениями. Здесь сосредоточена основная масса населения и главные отрасли народного хозяйства республики.

Перспективы развития ирригации в республике связаны с освоением крутых склонов, сложенных в большинстве случаев лессовыми грунтами, легко размываемыми и потенциально способными к проявлению просадочных деформаций [10]. Геоморфологические и литолого-генетические условия этих массивов определяют возможность проявления и интенсивного развития инженерно-геологических процессов.

Площади перспективных земель, потенциально возможных к сельскохозяйственному использованию, для центральной и юго-западной территории Таджикистана составляют более 130 тыс. га и они, в основном, состоят из лессовых структурно-неустойчивых грунтов, имеющих сложный и очень сложный микрорельеф поверхности, среднюю и сильную степень просадочности, большие крутые склоны ( $6^{\circ}$ - $22^{\circ}$ ) и значительные мощности просадочной толщи (более 10 м, иногда достигающих до 50 м) [4].

Одним из существенных инженерно-геологических процессов, наряду с эрозийными, связанных с хозяйственной деятельностью человека является оползневые процессы. Установлено, что адырные и приадырные земли, составляющие большую территорию, указанных выше площадей перспективного освоения в Таджикистане, в своем естественном природном состоянии имеют высокий коэффициент устойчивости, больше 3, что объясняется относительно незначительной величиной природной влажности грунтов покровных отложений. Под воздействием оросительных мелиораций активизируются оползневые процессы. В результате, на склонах возвышенностей, пересекаемых каналами, в бортах рек и оврагов, на террасированных склонах и т.д. формируются оползни ирригационного происхождения. Они широко проявляются в Гиссарской, Яванской, Обикикской долинах, в предгорных районах, где сокращают площади поливных земель, разрушают водохозяйственные сооружения, поселки, дороги и другие коммуникации, приводят к большим затратам средств и человеческих жертв. Примерами таких оползней могут быть: Шарора,

Окули-Боло, Окули-Поён в Гиссарском районе; Касамдара, Калугак, Кенджаобод в Файзабадском районе; Пахтакор в Яванском районе; Таджикабадском районе и т.д. (рис. 1.)



Рис. 1. Сход оползня в Оби-гарме 3.04.2017 г.

При изучении разнообразных гравитационных явлений В.Д. Ломтадзе [1] предложил их классификацию, в которой соответствующее место занимают и оползни. В отличие от других в основе его классификации лежат вид, способ, особенности движения масс горных пород, т.е. механизм того или иного явления. Для более полной характеристики и оценки каждого явления в классификации дополнительно приведены три основных признака, позволяющие учитывать причину нарушения равновесия масс горных пород, динамику развития явления и его масштаб.

При оценке устойчивости оползней необходимо учитывать все многообразие причин их образования и условий, этому способствующих. Как было отмечено ранее, каждый оползень в зависимости от состояния равновесия слагающих его пород имеет определенную подвижность, которая проявляется в рельефе оползневого участка, в изменении его внутреннего строения и нарушения устойчивости местности и сооружений.

Следовательно, инженерно-геологическая оценка устойчивости оползней должна быть комплексной, она должна основываться на данных изучения: 1) морфологии, строения (структуры) оползней, обводненности слагающих его горных пород и их физико-механических свойств и сопутствующих геологических процессов и явлений; 2) динамики развития оползневых явлений и 3) соотношения усилий (сдвигающих и удерживающих), определяющих равновесие масс горных пород, слагающих оползень.

Эффективным при оценке устойчивости оползней является изучение динамики их развития, т.е. закономерностей изменения величины и скорости смещения оползня и обуславливающих это явление других геоло-



гических процессов. С этой целью на оползневом участке устанавливают сеть опорных реперов и ведут инструментальные наблюдения за их высотным и плановым положением, а также за всеми изменениями рельефа и растительного покрова на оползневом участке-появление бугров, валов, уступов, трещин и их расширением, водопроявлениями, состоянием сооружений и др. В результате таких наблюдений складываются определенные представления о тенденции и активности развития процесса. Стационарные наблюдения позволяют судить о скорости, равномерности и абсолютных и относительных масштабах смещений всего оползня или отдельных его частей.

Для изучения механизма и закономерностей развития оползневой массы много дают методы моделирования т.е. испытание моделей оползней в лотках, центробежных установках и др. Однако эти методы пока не получили широкого применения при изучении существующих оползней в связи с трудностями воссоздания их строения и действия различных усилий, определяющих их устойчивость.

Окончательная оценка устойчивости оползней должна основываться на методах изучения состояния равновесия масс горных пород, их слагающих. Эти методы-методы расчета устойчивости оползней.

В основе расчетных методов оценки устойчивости оползней лежит изучение соотношения сдвигающих и удерживающих их усилий, действующих на оползень. Это соотношение, обычно, выражается коэффициентом запаса устойчивости  $K_y$ :

$$K_y = \frac{\Sigma \text{удер.сил}}{\Sigma \text{сдв.сил}} \quad (1)$$

где

$\Sigma$  удер. сил – сумма удерживающих сил, сопротивляющихся сдвигу пород по существующей или намечаемой поверхности скольжения;

$\Sigma$  сдв. сил – сумма сдвигающих усилий по той же поверхности.

Методов расчета устойчивости масс горных пород на склонах и откосах, а также устойчивости оползней много, но здесь будем рассматривать некоторые, наиболее известные для практики строительства, методы расчета устойчивости.

Следует отличать методы расчета устойчивости склона или откоса от методов расчета устойчивости оползней. Дело в том, что когда ставится задача оценки устой-

чивости оползня, то имеется в виду реальный оползень той или иной степени подвижности. Задачей такой оценки является определение степени устойчивости, степени угрожаемости оползневых подвижек для существующих сооружений и сохранности местности, а также установление направления противооползневых мероприятий для предупреждения опасного их действия. Когда же ставится задача оценить устойчивость склона или откоса, то в этом случае имеются в виду прогноз возможности образования оползней, обоснование крутизны заложения откосов и необходимость осуществления других мероприятий для обеспечения их устойчивости.

Следовательно, расчет и оценка устойчивости оползня и склона или откоса – это не одно и то же. Оползень уже имеет фактическую поверхность или поверхности скольжения. В пределах же склона или откоса такие поверхности еще не образовались, но они могут возникнуть, когда касательные сдвигающие усилия по отдельным площадкам в толще пород превысят силы сопротивления сдвигу, сольются и образуют некоторую поверхность скольжения, по которой начнется смещение масс горных пород.

Так как строение (структура) оползней, причины их возникновения и условия, способствующие их развитию, достаточно разнообразны, то и методы расчета их устойчивости применяются разные. Выбор метода расчета устойчивости оползня определяется:

-строением (структурой) оползня, формой выявленной или намечаемой скольжения, т.е. установленной расчетной схемой (характерный детальный геологический разрез);

-возможностью учета всех силовых воздействий на оползень, определяющих степень его устойчивости-состояние равновесия масс горных пород, слагающих оползень, постоянные или временные нагрузки, гидродинамическое давление, гидростатическое взвешивание, ускорение свободного падения при сейсмических колебаниях и др.;

-удобством практического применения при минимальном числе вычислений, графических построений, возможности использования таблиц, графиков и др.

В расчетной практике наиболее часто применяют два основных метода:

-для оползней, имеющих наклонную поверхность скольжения;

-для оползней, имеющих вогнутую условно круглоцилиндрическую поверхность скольжения.

Рассмотрим некоторые методы расчета устойчивости оползней и склонов или откосов:

1. Метод расчета устойчивости оползней, имеющих наклонную поверхность скольжения.

Этот метод применяется для оползней консеквентной структуры, для которых характерна плоская, плоскоступенчатая или волнистая наклонная поверхность скольжения. Примерная расчетная схема таких оползней приведена на рис. 2 [5].

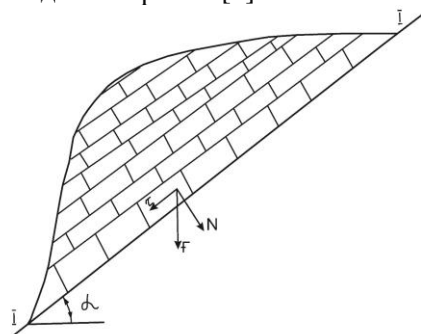


Рис. 2. Примерная расчетная схема оползня.

Условия равновесия оползня по наклонной плоскости скольжения I-I будут определяться уравнением

$$T = Ntg\varphi_{„} + C_{„}l \quad (2)$$

где

$T$  – составляющая силы тяжести, стремящаяся сдвинуть оползень в равновесии ( $T = F \cdot \sin\alpha$ ), кн; тн;

$N$  – составляющая силы тяжести, стремящаяся удержать оползень в равновесии ( $N = F \cdot \cos\alpha$ ), кн; тн;

$tg\varphi_{„} = f$  – расчетный коэффициент внутреннего трения пород, образующих поверхность скольжения или из зоны, прилегающей к этой поверхности;

$C_{„}$  – расчетное сцепление пород, образующих поверхность скольжения или слагающих зону, прилегающих к этой поверхности, МПа;

$l$  – длина поверхности скольжения I-I, м;

$\alpha$  – угол наклона поверхности скольжения;

$F$  – вес оползневого массива, кн, тн;

Расчет обычно выполняют для ширины оползня равной 1 м. Определив объем  $V$  выделенного массива, находят его вес по формуле

$$F = V \cdot \rho \quad (3)$$

где

$V$  – объем выделенного массива ( $V = \omega \cdot 1м$ ), м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность грунтов, слагающих оползень, кн/м<sup>3</sup>, т/м<sup>3</sup>.

Определив величины составляющих сил  $T$  и  $N$ , определяют коэффициент запаса устойчивости оползня

$$K_y = \frac{Ntg\varphi_{„} + C_{„}l}{T} \quad (4)$$

Если оползень находится в предельном равновесии, коэффициент запаса устойчивости должен быть равным единице. Если удерживающие силы преобладают над сдвигающими, оползень имеет запас устойчивости, коэффициент  $K_{зап} > 1$ .

При неоднородном наклоне, т.е. при плоско-ступенчатой форме оползня, коэффициент запаса устойчивости определяется по формуле

$$K_y = \frac{\sum f \cdot N_i + C_{„}l}{\sum T_i} \quad (5)$$

Здесь

$$N_i = f(F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2 + \dots + F_n \cos\alpha_n)$$

$$T_i = (F_1 \sin\alpha_1 + F_2 \sin\alpha_2 + \dots + F_n \sin\alpha_n)$$

2. Метод расчета устойчивости оползней, имеющих вогнутую условно круглоцилиндрическую поверхность скольжения.

В этом методе предполагается, что оползень может произойти для поверхностей скольжения обычно имеющих вогнутую, плавновогнутую, условно круглоцилиндрическую форму и лишь в результате вращения оползающего массива вокруг центра  $O$ . (рис. 3) [5].

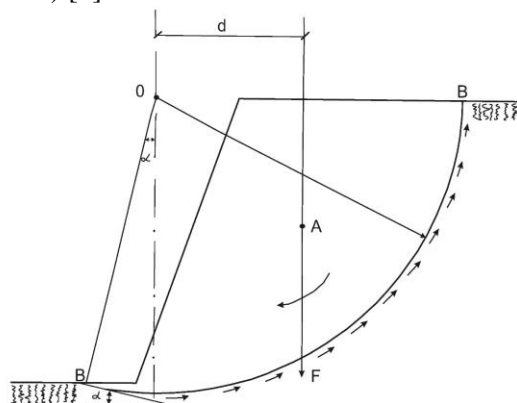


Рис. 3. Расчетная схема оползня, имеющей вогнутую условно круглоцилиндрическую поверхность скольжения.

Оползающий массив рассматривается при этом как некоторый твердый блок, всеми своими точками участвующий в одном общем движении.

Оползающий массив (рис. 3) находится под воздействием двух моментов: момента  $M_{вр}$ , вращающего массив, и момента  $M_{уд}$ , удерживающего массив: Поэтому этот метод иногда называют, «методом моментов».

Коэффициент устойчивости оползня  $K_{зап}$  будет определяться соотношением этих моментов, т.е.

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{вр}} \quad (6)$$

При расчете устойчивости по методу круглоцилиндрической поверхности скольжения (рис. 3) возможны два варианта условий:

А) когда массив однородный, сложенный пластичными глинистыми грунтами, а связность грунтов определяется только сцеплением ( $\varphi_{„}=0$ );

Б) когда массив сложен жесткими и скрытопластичными глинами ( $\varphi_{„} \neq 0$ ).

Для случаев, при котором  $\varphi_{„}=0$ , удерживающие моменты определяются выражением

$$M_{уд} = C_{„} l R \quad (7)$$

где

$R$  – радиус дуги окружности;

$l$  – длина дуги круга по плоскости скольжения В-В.

Вращающий момент  $M_{вр}$  будет определяться из выражения (рис. 3)

$$M_{вр} = F \cdot d \quad (8)$$

где

$d$  – плечо силы  $F$ , относительно центра вращения  $O$ . Величина коэффициента запаса устойчивости в этом случае определяется из выражения

$$K_y = \frac{C_{„} l R}{F d} \quad (9)$$

Склон или откос считается устойчивым, если значение коэффициента  $K_y=1,25 \dots 1,5$  и более.

Для случая  $\varphi_{„} \neq 0$ , т.е. когда сопротивляемость грунтов сдвигу характеризуется величиной сцепления  $C_{„}$  и угла внутреннего трения  $\varphi_{„}$  сила трения определяется из выражения:

$$T = N \operatorname{tg} \varphi_{„} \quad (10)$$

а коэффициент запаса прочности по формуле

$$K_y = \frac{(F \cdot \operatorname{tg} \varphi_{„} + C_{„} l) R}{F d} \quad (11)$$

3. Метод Н.Н.Маслова оценки устойчивости склонов и откосов.

Это один из широко известных приближенных методов, названный автором (Н.Н. Масловым) методом равнопрочного откоса или склона-методом  $F_p$ . Равнопрочным склоном или откосом принято считать такой откос, у которого в любом горизонтальном сечении обеспечена устойчивость слагающих его горных пород, т.е.

$$K_y = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{\sigma}}{\operatorname{tg} \alpha} = 1 \quad (12)$$

где

$\alpha$  – угол наклона склона или откоса в пределах рассматриваемого горизонта горных пород;

$\varphi_{\sigma}$  – угол сопротивления сдвигу того же горизонта пород при нормальном напряжении  $\sigma$ .

Автор метода коэффициент сдвига горных пород ( $\operatorname{tg} \varphi_{\sigma}$ ) обозначает через  $F_p$  и для склона или откоса, где действуют напряжения от собственного веса грунта для любой глубины  $Z_i$  и определяют по формуле

$$F_p = \operatorname{tg} \varphi_{„} + \frac{C_{„}}{P_{ср} Z} \quad (13)$$

где

$P_{ср}$  – осредненная плотность горных пород (грунтов) от поверхности земли до глубины  $Z$ .

Для примера приведём расчет устойчивости склона по методу круглоцилиндрической поверхности скольжения для конкретного объекта исследования (к-к Касамдара, Файзабадского р-на) при двух состояниях грунтовых условий: при влажности на границе раскатывания (консолидированная) и при полном водонасыщении грунтов (неконсолидированная).

Данные для расчета следующие:

Высота склона  $H=20$  м.

Угол внутреннего трения:

-консолидированное  $\varphi_{„} = 27^{\circ}$

-неконсолидированное  $\varphi_{„} = 26^{\circ}$

Сила сцепления:

-консолидированное  $c_{„} = 0.0246$  МПа,  $2.46$  т/м<sup>2</sup>;

-неконсолидированное  $c_{„} = 0.019$  МПа,  $1.9T/m^2$ .

Коэффициент запаса устойчивости склона при консолидированном сдвиге т.е. при влажности на границе раскатывания и длительном сдвиге определяются по формуле

$$K_{\text{зап}} = \frac{\sum_i^n N_i \operatorname{tg} \varphi_{„} + c_{„} l}{\sum_i^n T_i} = \frac{326.8 \cdot \operatorname{tg} 27^\circ + 2.46 \cdot 35}{234} = 1.08$$

$K_{\text{зап}} = 1.08 > 1.0$ . Это означает, что склон при заданных параметрах и положении поверхности скольжения является устойчивым.

#### Литература:

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Ленинград: «Недра», 1977, 479 стр.
2. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М: Высшая школа, 1982, 511с.
3. Преснухин В.И. К методике регионального инженерно-геологического прогнозирования оползневых явлений на примере Таджикистана. Сб.статей «Гидрогеология и инженерная геология Таджикистана». Душанбе; Дониш, 1971, с.87-93
4. Сатторов М.А, Комилов О.К. Научные основы технологии освоения структурно-неустойчивых грунтов. Душанбе: Пром-экспо, 2014, 189с.
5. Научно-технический отчет «Отработать методику расчета устойчивости откосов и склонов с целью разработки рекомендаций по борьбе с оползневыми явлениями» №ГР01890081089, сотв.исп. Комилов О.К: 1990, 60стр.
6. Комилов О.К., Шоназаров Б.Б. Оползневое состояние территории Файзабадского района по главным долинам рек. Научный журнал «Наука и инновация». №3. Душанбе, 2018, с 176-179
7. Сквалецкий Е.Д. Инженерно-геологическое прогнозирование и охрана природной среды. Душанбе: Дониш, 1968, 234с
8. Каримов Ф.Х., Саломов Н.Г., Одинаев Ш.А. Ниязов Д.Б. Стадийность развития оползней на горных склонах пригорода и окрестностях города Душанбе. Жур. «Наука и инновация», Душанбе: №2, 2017, с 21-31.
9. Каримов Ф.Х. Объемно-поверхностные факторы устойчивости лессовидных склонов. Жур. «Наука и инновация», Душанбе: №1, 2017, с 7-14.
10. А.Р. Рузиев. Напряженно-деформированное состояние водонасыщенной лёссовой толщи при взрывных воздействиях.

Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Душанбе: №1 (41) – 2018, с. 253-260.

11. А.Р. Рузиев. Аналитическое решение задачи фильтрационной консолидации на примере уплотнения лессовых просадочных грунтов гидровзрывным методом. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Душанбе: №4(40) – 2017, с. 165-175.

### БАҲОДИҲИИ МУҲАНДИСӢ-ГЕОЛОГИИ УСТУВОРИИ НИШЕБӢ ВА ПОЯҲО, КИ ДАР ЧИНСҲОИ ЗАРДҲОКИ СОҲТОРИ НОМУСТАҲКАМ ЧОӢГИРАНД

*О.К. Комилов, Б.Б. Шоназаров*

Яке аз равандҳои назарраси муҳандисӣ-геологӣ, ки ба ҷаҳлияти инсон хеле алоқамандии зиёд дорад, равандҳои ярҷӣ ба ҳисоб меравад. Ярҷҳо дар водиҳои Ҳисор, Ёвон, Обикик ва инчунин дар доманакӯҳҳо васеъ паҳн гаштаанд.

Баҳодиҳии муҳандисӣ-геологӣ устувории ярҷҳо аз омӯзиши пурраи маълумоти морфологӣ ва сохтор, намнокии чинсҳои кӯҳӣ ва хусусиятҳои физикӣ ва механикӣ онҳо; динамикаи инкишофи зухуроти ярҷӣ ва таносуби талошхое, ки мувозинати ғафсии чинсҳои кӯҳиро муайян месозад, асос мегирад. Баҳодиҳии қатъии устувории ярҷҳо бояд дар усули омӯзиши ҳолати мувозинатии чинсҳои кӯҳӣ асос бигирад. Ин усулҳои ҳисобкунии устувории ярҷҳо ба ҳисоб мераванд. Нишондиҳандаи устувории ярҷҳо ҳамчун коэффитсиенти захираи устуворие, ки бо таносуби қувваҳои ниғаҳдоранда ва теладиҳанда, ки ба ярҷ таъсир мерасонад, пешниҳод карда шудааст.

Дар мақолаи мазкур усулҳои сершумори ҳисоб кардани устувории чинсҳои кӯҳӣ дар нишебӣ ва пояҳо муоина карда шудааст, ки аз ҳама бисёр дар таҷрибаи сохтмон ва инчунин азхудкунии мелиоративии зардҳок, ки ярҷҳоро дар бар мегиранд, машхур гаштаанд. Ин усулҳои ҳисобкунии устувории ярҷҳо, ки дорои сатҳи лағжиши хосро дошта, усулҳои ҳисобкунии устувории ярҷҳо дорои сатҳи шартан фуруҳамидаи даврсиллиндрии лағжишӣ ва усули баробар мустаҳкамаи нишебӣ ва пояҳо мебошад, ки Н.Н. Маслов пешниҳод кардааст.

**Калимаҳои калидӣ:** ярҷ, усули ҳисобкунии устувории нишебӣ, чинс, зардҳок, ноҳия, динамика (ҳаракат), баҳогузори, коэффитсиенти устуворӣ.

**ENGINEERING-GEOLOGICAL  
ASSESSMENT OF STABILITY OF THE  
SLOPES AND SLOPES LOCATED IN  
STRUCTURAL AND UNSTABLE  
LOESSIAL BREEDS**

*O.K. Komilov, B.B. Shonazarov*

One of the significant engineering and geological processes associated with human activities is landslide processes. Landslides are widely manifested in the Gissar, Yavan, Obikike valleys, in the foothill areas.

Engineering-geological assessment of the stability of landslides is based on data from a comprehensive study of morphology and structure; the water content of the rocks that form it and their physical and mechanical properties; dynamics of the development of landslide phenomena and the ratio of efforts determining the equilibrium masses of rocks, etc. The final assessment of the stability of landslides should be based on the methods of studying the state of equilibrium of rocks composing them. These are methods for calculating the stability of landslides. The indicator of the stability of landslides is expressed by the factor of stability, which is determined from the ratio of the holding and shear forces acting on the landslide.

In the article from the numerous methods of calculating the stability of rocks on the slopes and slopes, some of the most well-known for the practice of construction and ameliorative development of loess soils that form a landslide are considered. These are methods for calculating the stability of landslides with an inclined sliding surface; methods for calculating the stability of landslides with a concave conventionally circular-cylindrical sliding surface and the method of equal strength slope and slope proposed by N.N. Maslov.

**Key words:** landslide, calculation method, slope stability, rock, loess, area, dynamics, assessment, sustainability coefficient.

**Сведения об авторах:**

Комилов Одина Комилович – д.т.н., проф. кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. E-mail: komilov@mail.ru. Тел.: (+992) 919-14-29-21.

Шоназаров Бехруз Бахромович – аспирант каф. «Гидрогеология и инженерная геология». E-mail: behruz\_29\_12\_92@mail.ru. Телефон: (+992) 988-24-76-75.

УДК 72. 036 (575.3)

**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ И МОНУМЕНТАЛЬНОГО ИСКУССТВА  
ТАДЖИКИСТАНА В ГОДЫ НЕЗАВИСИМОСТИ**

*Р. Мукимов, С. Мамаджанова, С. Джурахонов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье раскрываются проблемы развития архитектуры и монументального искусства в Республике Таджикистан после объявления Независимости 9 сентября 1991 года. Наряду с успехами пересматриваются многие концепции единого направления архитектурно-художественной политики на огромной территории советского государства. Критически анализируются попытки местных зодчих и художников найти новую трактовку таджикского зодчества, отвечающим местным условиям климата, быта и устоявшимся традиций.*

**Ключевые слова:** архитектура, монумент, искусство, резьба по дереву и ганчу, архитектурно-художественные традиции, инновация в архитектуре и монументальном искусстве, ассоциация, художественный образ здания.

Согласно определению Н.Н. Негматова, современный Таджикистан вступил в завершающую фазу переходного периода строительства свободного и справедливого

общества с 1991 года. Эта фаза именуется Новейшее время [4, с. 373-379]. Именно 9 сентября 1991 года Таджикистан объявил о своем суверенитете, что привело ко многим процессам, в частности, к определению собственного пути развития, в том числе в сфере архитектуры, искусства и строительства. Это большое судьбоносное событие в жизни таджикского общества подтолкнуло к необходимости пересмотра многих концепций об архитектуре и искусстве, в корне изменило существовавшее в течение последних 70 лет единое направление архитектурно-художественной политики на огромной территории советского государства [2, с. 48-58].

В гуще всего многообразия архитектурной деятельности конца 80-х годов стали вырабатываться новые творческие установки, формироваться новое отношение к традициям прошлого таджикского народа, осознаваться огромные возможности целостных объемно-пространственных и художественных композиций и др.

И вот теперь, в Новейшее время, в 90-х годах XX века в зодчестве Республики Таджикистан стало четко вырисовываться множество течений и направлений поиска национального своеобразия в архитектуре, синтеза традиций и современности в практике строительства последнего десятилетия прошлого столетия. Как отмечается в нашей цитируемой книге, одно из направлений связано с использованием передовых методов строительства с оригинальностью конструкций и законами формообразования, позволяющих выявлять архитектонику зданий, найти новые пластичные решения фасадов и планов. Здесь зодчие не предлагают создать национальную архитектуру. Напротив – их творчество связано с отрицанием традиций, с отрицанием основ всего предыдущего развития национальной архитектуры и искусства. Тем не менее, они сами воспринимают свою архитектуру как своеобразную. Облик таких зданий можно отнести к стилю неомодернизма, которое не несет каких-либо внешних атрибутов традиционного зодчества (Вычислительный центр республиканской конторы Стройбанка бывшего СССР, ныне Ориенбанк, 1988 г., Газетно-журнальный комплекс в микрорайоне «Бофанда» в правобережной части Душанбе, 1987 г., Республиканский теннисный корт по улице имени Исмоила Сомони, 1985 г. и др.) [5, с. 63-72].

Другое направление стало наиболее популярным в последние десятилетия прошлого века. Оно характерно связью с проблемами восприятия архитектуры и монументального искусства, поиском точек соприкосновения современного и традиционного. Здесь мнения архитекторов как трактовать «соприкосновение» разошлись на два течения или школы. Одно течение в конце 80-х годов XX в. создали известные зодчие республики Эдуард Ерзовский и Юрий Пархов, творчество которых в чем-то определяется некоторой преемственностью (творческая деятельность первого началась в начале 60-х годов, а второго – начале 70-х годов) [1, с. 25-29; 5, с. 72-74]. Говоря об особой школе или течении современного направления, подразумеваются произведения, появившиеся в 70-80-х годах. К ним следует отнести Дом политического просвещения (сейчас киноконцертный комплекс «Кохи Вахдат», фасады которого с 2017 года обновляются) на проспекте имени А. Рудаки, административные здания МВД и КНБ республики,

комплекс республиканской школы комсомольского актива в г. Душанбе (сейчас административное здание Национального банка РТ) и др. К этому же течению можно отнести работы архитектора Э.Салихова, в частности, Здание фонда восточных рукописей АН РТ (1980 г.) [6, с. 187, 188, 203, 204].

Несмотря на то, что ассоциативно-образное «прочтение» национального зодчества занимает в современной архитектурно-строительной практике Душанбе большое место, нельзя говорить, что архитекторы отказались от заимствования форм у зодчества прошлого. Однако заимствование, как отмечается в нашей коллективной энциклопедии памятников арийской культуры, происходит значительно тоньше и осмысленнее, чем это происходило в 30-50-х годах. Именно так осмысливают архитектурное наследие таджикского народа представители второго течения. К ним относится группа архитекторов Академии архитектуры и строительства Республики Таджикистан под руководством Баховаддина Зухурдинова, ранние произведения которого (1980-начало 1990-е гг.) отмечены яркой эмоциональностью, где документальное копирование известных образцов заменяется обобщенной трактовкой формы, которая придает современное звучание. Поэтому сооружения второго течения привлекает внимание силой эмоционального воздействия (чайхана «Саодат», мемориал Мирзо Турсунзаде на Лучобском холме, 1981 г. и др.) [6, с. 203-204, 221-223].

В первое десятилетие XXI века города Таджикистана всё более приобретают современный вид за счет строительства зданий, где архитекторы следуют авангардистским направлениям мирового зодчества. С одной стороны – это неплохо, но с другой – не потеряют ли города своё индивидуальное лицо, колорит. А вообще ведь в целом появление множества направлений и течений в архитектуре Таджикистана должно служить стимулом для дальнейшего поиска своеобразия.

Какое направление архитектурного творчества наиболее приемлемо в Новейшее время, т.е. в XXI веке для зодчества Таджикистана? Ответ ни в коем случае не будет утверждающим по любому из рассмотренных выше течений. Именно многообразие поиска направлений, как мы считаем, будет наиболее полезно для архитектуры Республики Таджикистан, где нет места похожим друг на друга по духу или течению зданиям.

Именно в активных поисках 80-90-х годов XX и начала XXI века видится будущее архитектуры и монументальное искусство республики, так как здесь налицо стремление выразить в архитектуре и изобразительном искусстве ее принадлежность к определенной национальной культуре.

Таким образом, говоря об архитектуре и монументальном искусстве в годы Независимости (а это более 25 лет созидания), скажем, что появившиеся в последние годы здания и сооружения, а также осуществляемые строительством новые проекты определяют новейшие тенденции архитектуры нашей республики, что ярким образом отражается в столице Республики Таджикистан – Душанбе. Идет напряженный поиск глубины и духовности архитектуры, на это нацеливает наше современное демократическое общество. Плодотворность названных выше поисков зависит от нескольких факторов. Во-первых, необходима свобода творческой мысли, не ограниченной политическими и другими директивными установками. Во-вторых, необходим мир и спокойствие, позволяющие активному обмену информацией на пространстве не только стран Содружества, но и глобальном масштабе, что предоставляет компьютеризация всей сферы проектного дела и строительного производства. Наконец, в-третьих, необходимы квалифицированные и неординарно мыслящие архитекторы и художники-монументалисты, готовые к экспериментированию, к научному анализу, умеющие извлекать уроки из архитектуры прошлого и др. Именно эти факторы были надолго заморожены после начала гражданской войны, способствовали оттоку высококвалифицированных специалистов проектного и строительного дела за пределы молодой, независимой Республики Таджикистан в 1992-1998-х годах. Испытывающая политическую нестабильность, экономические и материальные трудности республика не могла долгое время сдвинуть с мертвой точки весь строительный комплекс, находившийся вплоть до конца 1990-х годов в глубоком кризисе. Это, в свою очередь, оказало влияние на упадок проектного дела, на снижение престижа профессии архитектора, художника-монументалиста, конструктора и производственника-строителя.

Однако имеющийся в республике творческий потенциал в конце 1990-х годов сумел преодолеть упадок в сфере архитектуры и начать постепенное возрождение утраченную ранее профессиональную деятель-

ность. Последующее развитие архитектуры (первое и последующее за ним десятилетие XXI века) показывает неуклонный рост архитектурно-художественного творчества зодчих, повышение качества подготовки специалистов, появление ярких и самобытных произведений зодчества и искусства, которые стали олицетворением миролюбивой политики таджикского государства. Подтверждением сказанному являются Мемориал, посвященный 1100-летию Государства Саманидов на площади Дусти (1999 г.), Дворец нации Республики Таджикистан (2006 г.), скульптурный памятник А. Рудаки в саду его имени (2006 г.), символические архитектурно-скульптурные комплексы государственной атрибутики, как колонна с гербом и флагшток с государственным флагом Республики Таджикистан (2011 г.), Национальные библиотека (2012 г.) и музей Республики Таджикистан (2012 г.) и другие объекты в столице таджикского государства, не говоря уже о других городах Таджикистана – Худжанде, Курган-Тюбе, Кулябе, Хороге, Пенджикенте и др.[5, рис. 170, 173, 178, 179, 198].

Для большей конкретизации выше-сказанного, приведем краткое описание одного из наиболее приметных объектов архитектуры и монументального искусства за годы Независимости – мемориального комплекса «Вахдат» («Единство») на площади Дусти города Душанбе, принятого на основе международного конкурса, объявленного в 1997 году. Он был сооружен во знаменование 1100-летнего юбилея первого таджикоязычного Государства Саманидов как символа единства и согласия всех таджиков мира [3; 6, с. 206-208].

Монумент был сооружен на начале бульварной оси Запад-Восток, что определил масштаб и габариты всей площади Дусти, которая стала более просторной и целенаправленной на проведение здесь массовых праздничных мероприятий с участием Президента Республики Таджикистан, членов Правительства и высоких зарубежных гостей. На этом месте был создан компактный, четко очерченный, пирамидальной формы, ступенчатый подиум (размеры в осях 56-57 м) с монументальной аркой, от которой, как из дворцовой арки, идет к народу Исмоил Сомони – основатель первого таджикоязычного государства в IX-X вв. Монументальный ансамбль был создан для всего центра города и он обозревается со многих точек как площади, так и пешеходного бульвара.

Идея монументально-скульптурного ансамбля состоит в создании величественной монументальной арки высотой более 40 м и с размерами в плане 17х6 м, откуда в сторону площади выходит тронная суфа– подиум со скульптурой Исмоила Сомони, как бы идущего к народу с золотым царским жезлом – скипетром в правой поднятой руке.

Как сказано в пояснительной записке к проекту Монументально-скульптурного ансамбля, четко решена ступенчатая, пирамидальной формы, платформа, на которой высится арка и из которой идет сам Исмоил Сомони.

Одним из главных элементов здесь являются фигуры двух лежащих на вытянутых лапах львов (длина 5 м), установленные на невысоком подиуме по обе стороны тронной суфы. Львы, подобно сфинксу Древнего Египта, являются гарантом стабильности и мира в государстве, символом царственной власти, под покровительством которых находится все общество, семья и отдельная личность.

Под Аркой устроена лестница, ведущая из-под нижнего уровня пирамидальной платформы, откуда появляется глава таджикского государства.

В архитектурном пространстве под платформой устроены Пантеон Саманидов и зал Протоколов, откуда и начинается явление первых лиц государства.

В зените Арки установлена сверкающая золотая корона (диаметр 4,5 м). «Корона в древности на Среднем Востоке, - как сказано в вышеназванной пояснительной записке Проекта, - имеет двойственный смысл и значение: это, во-первых, атрибут царской власти, а во-вторых, великое предназначение носителей корон (точдорон) объединять вокруг себя добрые силы».

Пешеходная эспланада, идущая на центральной оси Монумента, начинается квадратным в плане подиумом на семи ступенях размером 15х15 м, очерченный изящной оградой.

На поверхности этой площадки в технике каменной мозаики нанесены границы государства Саманидов с указанием древних историко-культурных областей и городов, а также древних караванных путей, связывавших Центральную Азию со всеми континентами. Здесь же отмечены границы современного Таджикистана, которая занимает чуть более пяти процентов от всей площади государства Саманидов IX-X вв.

От квадратного подиума с границами государства Саманидов в западном направлении начинается каскад фонтанов (площадь водных поверхностей 4038 кв. м), где установлены 1100 водоструйных приспособлений, отмечающие 1100-летний юбилей Государства Саманидов.

В целом весь участок монументально-го ансамбля занял площадь размером 120х325 м, протянувшийся с востока, от площади Дусти на запад, до улицы имени Хафиза Шерози.

В создании скульптуры Исмоила Сомони и львов из бронзы принял участие известный российский скульптор, лауреат многих государственных наград и премий бывшего СССР И.Е. Кербель, в мастерской которого и была изготовлена модель скульптуры из гипса в натуральную величину.

Высота бронзового изваяния Исмоила Сомони составила 11,2 м, а бронзовых львов – 3,5 м при длине 5 м.

Строительство монументального ансамбля стало не просто реализацией генерального плана Душанбе, но, более всего, актом социально-политической значимости, который на весь мир провозгласил о единстве таджикской нации и возрождении обновленного Таджикистана [3; 5, с. 74, рис. 88].

#### Литература:

1. Барков, А. А. Юрий Пархов/А. А. Барков. – Тула: Изд. ОАО ИПО «Лев Толстой», 2012. – 224 с., ил.
2. Душанбе. Энциклопедия. – Душанбе: Изд. главн. редак. тадж. национ. энциклопедии, 2004. – 892 с., ил.
3. Мукумов, Р. Символ Единства и Согласия /Р.Мукумов, Дж. Ганиев – Душанбе: Изд. «Мерос», 2001. – 32 с., ил.
4. Негматов, Н. Н. Таджикский феномен: теория и история / Н. Н. Негматов – Душанбе: Изд. «Оли Сомон», 1997. –406 с.
5. Союз архитекторов Таджикистана: история становления. – Душанбе: Изд. ООО «Базис Принт», 2012. – 224 с., ил.
6. Энциклопедия памятников арийской культуры Центральной Азии. Таджикистан. – Книга вторая. /Авторы-составители Р.С. Мукумов, С.М. Мамаджанова, М. К. Каримов, Саодат Р. Мукумова, Сайёра Р. Мукумова. – Душанбе: Изд. ООО «Контраст», 2012. – 758 с., ил.



## МУШКИЛОТИ РУШДИ МЕЪМОРИ ВА САНЪАТИ МОНУМЕНТАЛИИ ТОЧИКИСТОН ДАР ДАВРОНИ ИСТИҚЛОЛИЯТ

*Р. Муқимов, С. Мамаджанова, С. Ҷураҳонов*

Дар мақола мушкилоти рушди меъморӣ ва санъати монументалии Ҷумҳурии Тоҷикистон баъд аз Истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон 9-уми сентябри соли 1991 дарҷ гардидааст. Дар баробари пешрафтҳо аз нав дида баромадани чандин концепсияҳои равияи умумии сиёсати меъморию санъати монументалии дар заминаи собиқ давлати Шӯравӣ таҷдиди назар намудан мумкин аст. Кӯшиши меъморони маҳаллӣ ва рассомон доир ба ёфтани тавзеҳи нав дар шароити иқлимӣ моддӣ ва анъанаҳои боқимондаи тоҷикони муқимӣ ба таври танқидӣ таҳлил гардидааст.

**Калимаҳои калидӣ:** меъморӣ, мучассама, санъат, қандакорӣ ҷӯб ва гач, анъанаҳои меъморию бадеӣ, инноватсия дар меъморӣ ва санъат, ассотсиатсия.

## THE PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND MONUMENTAL ART DEVELOPMENT OF TAJIKISTAN AT THE PERIOD OF INDEPENDENCE

*R. Mukimov, S. Mamadjanov, S. Jurahonov*

The article reveals problems of architecture and monumental art development in

the Republic of Tajikistan after declaration of Independence in September 9, 1991. Along with the successes, there are reviewed many of the concepts of common direction of architecture and artistic policies in the vast territory of the Soviet state. It critically examines attempts of the local architects and artists to find a new interpretation of the Tajik architecture satisfying local conditions of the climate, lifestyle and traditions.

**Key words:** architecture, monument, art, carving on wood and ganj, architectural and artistic traditions, innovation in architecture and monumental art, association, building image.

### Сведения об авторах:

Рустам Саматович Муқимов – д.арх., профессор кафедры «Архитектура и дизайн» ТГУ имени академика М.С. Осими, e-mail:mukimovr@mail.ru

Салия Мамаджановна Мамаджанова – д. арх., профессор кафедры «Архитектура и дизайн» ТГУ имени академика М.С. Осими, e-mail:mukimovr@mail.ru

Джураҳонов Сироджиддин Шамсуллоевич – соискатель кафедры «Архитектура и дизайн» ТГУ имени академика М.С. Осими, e-mail:artcollej-m.olimov@mail.ru.

УДК: 72.725

## УЧЕБНО-ЖИЛАЯ ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Р.М. Шокиров, Э.К. Зоиров, Н.Н. Хасанов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*Данная статья посвящена основным принципам формирования учебно-жилой группы помещений социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. Рассматриваются состав помещений данной группы, вместимость основных помещений, а также их объемно-планировочное построение. Приводятся варианты формирования объемно-планировочного решения учебно-жилой группы помещений.*

**Ключевые слова:** учебно-жилая группа, дети с ограниченной функциональной возможностью, социальный комплекс, объемно-планировочное решение, спальня, учебная комната.

Основным структурным элементом социального комплекса для детей с ограниченной функциональной возможностью любого типа является учебно-жилая группа.

Этот элемент, предопределяющий принципиально новую организацию внутрен-

ней жизни социального комплекса, создает предпосылки для решения ряда важных функциональных, социально-психологических и экономических проблем.

Проследим, в какие конкретные решения может воплотиться идея нового структурного элемента - учебно-жилой группы. В состав помещений группы входят основные помещения (классы, спальни, помещения для отдыха и внеклассной работы) и вспомогательные помещения (санузлы, гардероб-сушилка, комната чистки одежды и обуви, кладовая, комната дежурного воспитателя).

Основным объединяющим элементом группы является помещение для отдыха и внеклассной работы, которое включает в себя гостиную-рекреацию и игровую (обособленные или объединенные).

В зависимости от медицинского профиля социального комплекса и возрастных особенностей учащихся предлагаются следующие

типы учебно-жилых групп [1]:

**по вместимости:**

-на 2 класса для детей младшего возраста;

-на 4 класса для детей среднего и старшего возраста.

Этот тип применим для всех социальных комплексов, в которых методы обучения основаны на системе закрепленных классов. В социальном комплексе для детей с пораженным опорно-двигательным аппаратом в X-XII кл, применяется кабинетная система обучения. В этом случае для учащихся предусматривается **жилая группа**, приближенная к кабинетам и лабораториям.

**по объемно-планировочному построению:**

-по горизонтали, когда все помещения группы расположены в уровень одного этажа;

-по вертикали, когда в группа классы и спальни располагаются на разных этажах.

При выборе типа учебно-жилой группы по вместимости и объемно-планировочному построению следует руководствоваться психофизиологическими и возрастными данными детей проектируемой социального комплекса.

Практика экспериментального и типового проектирования социальных комплексов, основанного на принципах, выдвигаемых в научных исследованиях авторов, предлагает серию объемно-планировочных вариантов учебно-жилых групп.

**Построение по горизонтали.**

**Вариант 1.** Учебно-жилая группа на два класса. Учебно-жилая группа включает в себя следующие помещения: две классные комнаты, объединенные гостиной-рекреацией с примыкающей к ней игровой, спальни мальчиков и девочек, санитарные узлы, комнату чистки одежды и обуви, комнату дежурного воспитателя. Учебные и жилые помещения связываются вестибюлем с примыкающими к нему верандами. Все помещения располагаются на уровне одного этажа.

Приведенное планировочное решение учебно-жилой группы может быть использовано для всех типов социальных комплексов, включая комплекс для детей с поражением опорно-двигательного аппарата, требующих особенно четкой взаимосвязи помещений, отсутствия перепада высот отметки пола и наличия веранд.

Планировочная схема группы обеспечивает, с одной стороны, достаточную изоляцию учебной части от жилой и помещений мальчиков от помещений девочек, с другой стороны, все помещения находятся в удобной

связи друг с другом, из спальных и учебных комнат легко попасть на веранды или изолированный двор группы.

**Вариант 2.** Учебно-жилая группа на 4 класса. Это планировочное решение группы для детей среднего возраста предусматривает типовой проект социального комплекса для слепых и слабовидящих детей (шифр 224-4-5).

Южная ее сторона отдана под классы с рекреацией, комнату индивидуальных занятий и гардероб с сушилкой. С двух противоположных сторон к учебным помещениям примыкают два отсека спален - мальчиков и девочек со своими санузлами, хозпомещениями и лоджиями. Группу отличает четкое деление помещений на функциональные зоны и ясность коммуникационных связей, так необходимых для детей с недостатками зрения. Организация защищенного от ветра и ограниченного стенами внутреннего рекреационного двора также учитывает специфику заболевания этой категории детей.

**Вариант 3.** Учебно-жилая группа на 2 класса с гостиной- столовой . Как видно из названия, характерной особенностью этого варианта является организация питания детей внутри группы. В общей системе социального комплекса организация питания в этом случае осуществляется следующим образом: централизованная кухня располагается в отдельном блоке, готовая пища разносится или развозится по учебно-жилым группам в термосных или обычных бачках. В гостиной-столовой предусматривается встроенный шкаф с мойкой, в котором хранится посуда на 24 воспитанника. Планировочная схема обеспечивает четкое разделение мальчиков и девочек, санитарные узлы расположены на стыке классов и спален.

Рассматриваемая планировочная схема учебно-жилой группы с гостиной-столовой может быть применена во всех типах специальных школ-интернатов и, в первую очередь, в школах для детей, отягченных тяжелыми формами недугов (последствия полиомиелита, слепо-глухо-немота и др.), для которых необходимо обеспечить внутри комплекса наиболее ясные и минимальные по расстоянию связи.

**Построение по вертикали.**

**Вариант 4.** Учебно-жилая группа на 4 класса взята из типового проекта социального комплекса для детей с пораженными опорно-двигательным аппаратом, выпущенным КиевЗНИИЭП (шифр 224-4-1).

На 1-ом этаже размещены классы, гостиная-рекреация, хозяйственные помещения, комната дежурного воспитателя, вестибюль с гардеробом-сушилкой. 2-й этаж отве-

ден под спальни, веранды для сна на открытом воздухе, комнаты чистки одежды и обуви, комнаты индивидуальных занятий и холлы. Уборные запроектированы на 1-ом этаже, душевые на 2-ом этаже.

Связь между этажами осуществляется по пандусам, для экстренных случаев и перевозки инвентаря предусмотрен лифт.

Планировочное решение построено на размещении всех помещений группы вокруг внутреннего, защищенного от ветра двора, который используется для корректирующей гимнастики и проведения перемен.

**Вариант 5.** Учебно-жилая группа на 2 класса. Помещения учебно-жилой группы располагаются на двух этажах. На 1-ом - два класса с гостиной-рекреацией и вспомогательными помещениями (гардероб, сушилка, кладовая). Здесь же располагается комната дежурного воспитателя. Второй этаж отдан под жилую часть. Спальни мальчиков и девочек разделяются холлом - игровой. Санитарные узлы примыкают к лестничной клетке.

Данная планировочная схема обладает преимуществом компактного решения, но может быть рекомендована только для детей младшего возраста трех типов социальных комплексов (для слепых, глухих и умственно отсталых), исключая комплекс для детей с пораженным опорно-двигательным аппаратом, основные внутренние связи которой для малышей должны осуществляться в уровне одного этажа.

#### **Спаренные учебно-жилые группы.**

**Вариант 6.** Спаренные 2-х классные учебно-жилые группы, построенные по горизонтали.

Для детей среднего и старшего возраста необходимо обеспечить четкое разделение по полу. Такое разделение наиболее четко осуществляется при размещении классов и спален на разных этажах. Однако, учитывая гигиенические требования углубленной дифференциации контингента учащихся, выражающиеся в предпочтительности 2-х классной группы перед 4-х классной, а также в преимуществе горизонтальных связей перед вертикальными, авторы типового проекта социального комплекса для глухих, слабослышащих и детей с тяжелыми нарушениями речи (шифр 224-4-4) использовали систему из двух спаренных 2-х классных групп. Эти группы взаимно связаны расположением в одной из них спален только для девочек, в другой - для мальчиков. В этом случае достигается полная изоляция спален в ночное время с возмож-

ностью использования их для отдыха и индивидуальных занятий в дневные часы.

**Вариант 7.** Спаренные 4-х классные учебно-жилые группы, построенные по вертикали.

Важность дифференциации учащихся по полу возрастает в социальных комплексах-интернатах для детей с психическими заболеваниями, одним из проявлений которых является повышенная сексуальная возбудимость [1.2.3].

С целью решения этой проблемы в типовом проекте для умственно отсталых детей (шифр 224-4-3) используются спаренные учебно-жилые группы с так называемой "перекрестной" системой расположения классов и спален. В одной из двух спаренных групп на 2-м этаже располагаются спальни только девочек, в другой - только мальчиков. Внутреннее пространство участка между корпусами групп используется как рекреационный изолированный дворик.

Охарактеризованные выше учебно-жилые группы, кроме особенностей, присущих тому или иному варианту (построение по горизонтали или вертикали, включение гостиной-столовой, веранд, комнат индивидуальных занятий и т.д.) имеют и ряд общих моментов:

а. Они обеспечивают независимые условия для проведения учебно-воспитательной и оздоровительной работы среди воспитанников в соответствии с их возрастом, характером и степенью заболеваний, т.е. отвечают требованию педагогов и гигиенистов о необходимости углубленной дифференциации контингентов учащихся;

б. В учебно-жилых группах создаются минимальные по длине связи между спальнями и классными помещениями.

в. Учебно-жилая группа обеспечивает возможность проведения всех перемен на свежем воздухе, на школьном дворе или верандах, так как время эвакуации не превышает 1 мин. Такое время эвакуации обеспечивается следующими факторами:

-расположением во всех группах классных помещений на 1-м этаже;

-использованием гардеробов рассредоточенного типа (гардеробы включаются либо непосредственно в состав помещений группы, либо выносятся в одноэтажные вестибюли-переходы, связывающие учебно-жилые группы с корпусом общешкольных помещений);

-организацией из каждой группы самостоятельного выхода на школьный двор.

Проведение перемен на открытом воздухе во дворе для умственно отсталых детей не

рекомендуется, т.к. ослабление тормозных реакций не позволяет им быстро переключаться с активного отдыха на занятия, для таких детей во время перемен используются хорошо проветренные гостиние-рекреации. Однако достоинства быстрой эвакуации из учебно-жилой группы очень полезны и умственно отсталым детям, поскольку они экономят время, отведенное им для прогулок в соответствии с режимом дня [3].

Санитарные узлы находятся в непосредственной близости к спальным и классным помещениям. Это позволяет избежать дублирования санитарных узлов (что характерно для существующих зданий социальных комплексов), а также создает предпосылки для проектирования их по укрупненным нормам обеспечивая учебно-жилую ячейку всеми видами санитарных удобств (умывальниками, душем, ножными ваннами, уборной, гигиеническими кабинами) [2].

#### Литература:

1. Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры. – М.: Стройиздат, 1987. -200 с. – (Архитектору-проектировщику).
2. Ведомственные строительные нормы. Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения. ВСН 62-91\* госкомархитектуры. Москва 1994.
3. СНиП РК 3.02-31-2005 Дома и интернаты для детей-инвалидов СНиП РК 3.02-31-2005

#### ГУРУҶИ ХУЧРАҶОИ ТАЪЛИМИЮ ИСТИҚОМАТИИ МАЧМААҶОИ ИЧТИМОЙ

*Р.М. Шокиров, Э.К. Зоиров, Н.Н. Ҳасанов*

Мақолаи мазкур ба масъалаҳои асосии ташаккулёбии гурӯҳи хучраҳои таълимию истиқоматии маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта бахшида шудааст. Инчунин ҳайат ва таркиби хучраҳои гурӯҳи мазкур, ғунҷоиши хучраҳои асосӣ ва

ҳалли ҳаҷмию тарҳии онҳо мавриди баррасӣ ва омӯзиш қарор гирифтааст. Шаклу намудҳои гуногуни ташаккулёбии ҳалли ҳаҷмию тарҳии гурӯҳи хучраҳои таълимию истиқоматӣ оварда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** гурӯҳи таълимию истиқоматӣ, кӯдакони имконияти маҳдуддошта, маҷмааи иҷтимоӣ, ҳалли ҳаҷмию тарҳӣ, хучраи хоб, хучраи таълимӣ.

#### RESIDENTIAL RESIDENTIAL GROUP OF SOCIAL COMPLEX ROOMS

*R.M. Shokirov, E.K. Zoirov, N.N. Khasanov*

This article is devoted to the basic principles of the formation of the educational-residential group of social complexes for children with limited functional capacity. The composition of the premises of this group, the capacity of the main premises, as well as their space-planning construction are considered. The options for the formation of the space-planning solution of the educational-residential group of premises are given.

**Key words:** educational and residential group, children with limited functionality, social complex, space-planning solution, bedroom, educational room.

#### Сведения об авторах:

Шокиров Раджабали Махмадалиевич – докторант (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С. Осими. Контактный телефон: +992 981 07 61 05 Email: Rajabali.1992 <rajabali.1992@bk.ru>

Зоиров Эрадж Курбоналиевич – соискатель кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С. Осими. Контактный телефон: +992 889 900 900 Email: [kapitelh@mail.ru](mailto:kapitelh@mail.ru)

Ҳасанов Нозимшо Назокатшоевич – канд.арх., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТГУ имени академика М.С.Осими. Контактный телефон: +992 907 70 07 12. Email: [kapitelh@mail.ru](mailto:kapitelh@mail.ru).

#### РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ УЧЕБНЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ТАДЖИКСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.С. ОСИМИ С УЧЕТОМ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР Г. ДУШАНБЕ

*С.А. Тагоев, Ш.К. Шарипов, Х.А. Зоиров\**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*\*ТЭЦ-2 г. Душанбе*

*В статье, на основе существующих методик расчета тепловой нагрузки по укрупненным данным, произведены расчеты*

*тепловых нагрузок учебных и жилых (общезитие) зданий Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими*

с учетом среднемесячных температур в г. Душанбе. В результате анализа и сравнения с другими источниками выявлено, что тепловая нагрузка зданий намного меньше, чем количество тепла, поступающего из теплосети. Учет среднемесячной температуры при регулировании мощности теплового потока дает экономию тепловой энергии и финансовых средств.

**Ключевые слова:** тепловая нагрузка, отопление, расчетная температура, расход тепла, энергосбережение.

Тепловая нагрузка здания по отоплению – это общее количество тепла, которое использует система отопления здания для нагревания помещений до комфортных температур в холодный отопительный период. Расчет тепловой нагрузки обычно производится для определенного периода времени (час, сутки, месяц, сезон или год), но основным расчетным значением является часовая тепловая потребность. Тепловая нагрузка или мощность теплового потока обычно обозначается латинской буквой Q и измеряется в МВт, ГДж/ч или Гкал/ч, годовой расход тепла - в ГДж или Гкал.

Тепловая нагрузка по отоплению зданий имеет практически постоянный суточный график и сильно изменяющийся годовой (сезонный) график. Существуют разные методы определения тепловой нагрузки, которые отличаются по точности, сложности, необходимостью использования измерительных приборов и т.д. В данной работе использована методика расчета тепловой нагрузки по укрупненным данным, являющейся относительно несложным методом.

Расчетный тепловой поток (мощность) для отопления по укрупненным данным определяется по формуле [1]:

$$Q_{0\max} = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}})(1 + K_{\text{инф}}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ч, (1)}$$

здесь:  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления в местности, где расположено рассматриваемое здание, от  $-30^\circ\text{C}$ , при которой определено соответствующее значение  $q_0$ ; (в зависимости от  $t_{\text{рнo}}$ , формула (2), табл. 1);  $q_0$  – удельная тепловая характеристика здания при  $t_{\text{рнo}} = -30^\circ\text{C}$  (формула (3), табл. 2), ккал/(ч $\times$ м $^3$  $\times$ °C), поток тепла, которое теряет 1 м $^3$  объем здания в единицу времени при разности температур воздуха внутри помещения и наружного воздуха 1°С; V – объем здания по наружному обмеру, м $^3$ ;  $t_{\text{вн}}$  – расчетная температура внутри помещения, °С;  $t_{\text{рнo}}$  –

расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления зданий, °С;  $K_{\text{инф}}$  – расчетный коэффициент инфильтрации, обусловленной тепловым и ветровым напором, т.е. соотношение тепловых потерь зданием с инфильтрацией и теплопередачей через наружные ограждения при температуре наружного воздуха, расчетной для проектирования отопления [1].

$$\alpha = 0,54 + \frac{22}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} \quad (2)$$

$$q_0 = \frac{Q_{po}}{V(t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}})}, \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}^3\cdot\text{°C)} \quad (3)$$

Таблица 1.

Значения коэффициента учета местности  $\alpha$  в зависимости от  $t_{\text{рнo}}$

| $t_{\text{рнo}},$<br>°C | 0    | -5   | -10  | -15  | -20  | -25  | -30 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $\alpha$                | 2,05 | 1,67 | 1,45 | 1,29 | 1,17 | 1,08 | 1   |

Для г. Душанбе расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления зданий (температура наиболее холодного месяца отопительного сезона. Продолжительностью не менее 5 суток)  $t_{\text{рнo}} = -13^\circ\text{C}$ , поэтому коэффициент учета местности  $\alpha = 1,36$ . На балансе университета имеются учебные корпуса (общественные здания) и жилые здания (общежития).

Таблица 2.

Удельная тепловая характеристика зданий

| Здание                   | Наружный объем здания, V, м $^3$ | Удельная тепловая характеристика здания для отопления $q_0$ , ккал/(ч $\times$ м $^3$ $\times$ °C) |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| Образовательные здания   | до 5000                          | 0,39   |
|                          | до 10000                         | 0,35   |
|                          | более 10000                      | 0,33   |
| Жилые здания (общежития) | 8000                             | 0,35   |

Расчетный коэффициент инфильтрации определяется по формуле:

$$K_{\text{инф}} = 10^{-2} \sqrt{2gL \left(1 - \frac{273+t_{\text{рнo}}}{273+t_{\text{в}}}\right) + w_p^2}, \quad (4)$$

где,

$g$  – ускорение свободного падения, м $^2$ /с;  $L$  – свободная высота здания, м;  $w$  – расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с, принимается по СНиП 2.04.05-91 [1].

Например, при высоте пятиэтажного здания  $L=15$  м и средней скорости ветра  $w=3$  м/с получим:

$$K_{инф} = 10^{-2} \sqrt{2,9,81 \cdot 15 \left(1 - \frac{273 - 13}{273 + 18}\right) + 3^2} = 0,06$$

Для упрощения расчетов принимаем  $K_{инф}=0,1$ . Среднемесячное количество потребного тепла определяется по формуле, Гкал:

$$Q_0 = Q_{0\max} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рнo}} 24n_m, \text{ Гкал}, \quad (5)$$

где  
 $n_m$  – количество суток в данном месяце, сут.,  $t_{ср.м}$  – средняя температура данного месяца, °С.

Исходные данные (объемы) зданий ТТУ имени академика М.С. Осими приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Объемы зданий ТТУ имени академика М.С. Осими

| № п/п | Здание  | Объем, м <sup>3</sup> |
|-------|---|-----------------------|
| 1     | Здание №1 (Энергетический факультет)              | 34610                 |
| 2     | Здание №2 (Факультет инновационных технологий)    | 22717                 |
| 3     | Здание №6 (Факультет строительства и архитектуры) | 36179                 |
| 4     | Общежитие для иностранных студентов               | 8066                  |
| 5     | Здание №10  | 5097                  |
| 6     | Здание №4   | 1500                  |

В таблице 4 приведены расчетная температура наружного воздуха для проекти-

рования системы отопления, температура внутри учебных и жилых помещений, среднемесячная температура для г. Душанбе. Так как расчетная температура наружного воздуха для г. Душанбе выше  $-30^{\circ}\text{C}$ , поэтому температура внутри помещений взята на  $2^{\circ}\text{C}$  выше стандартной температуры.

Таблица 4.

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления, температура внутри учебных и жилых помещений, среднемесячная температура для г. Душанбе

| № п/п | Температура  | $t_{ср.м}$ , °С |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Расчетная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления [2] | -13             |
| 2     | Температура внутри учебных помещений [3]   | +18             |
| 3     | Температура внутри жилых помещений [3]   | +20             |
| 4     | Среднемесячная температура ноября [4]  | +9,3            |
| 5     | Среднемесячная температура декабря [4]   | +4,1            |
| 6     | Среднемесячная температура января [4]  | +0,8            |
| 7     | Среднемесячная температура февраля [4]   | +3,4            |
| 8     | Среднемесячная температура марта [4]   | +8,6            |

Используя приведенную методику и исходные данные, рассчитываем тепловые нагрузки зданий.

1. Расчетный тепловой поток (тепловая мощность) для отопления зданий №1, №2, СиА, общежития, №4 и №10 соответственно:

$$Q_1 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,33 \cdot 34610 (18 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 0,530 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_2 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,33 \cdot 22717 (18 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 0,348 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_3 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,33 \cdot 36179 (18 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 0,554 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_4 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,35 \cdot 8066 (20 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 0,140 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_5 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,35 \cdot 5097 (18 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 40,6875 \cdot 0,35 \cdot 5097 \cdot 10^{-6} = 0,083 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_6 = \alpha \cdot q_0 \cdot V(t_{вн} - t_{рнo})(1 + K_{инф}) \cdot 10^{-6} = 1,36 \cdot 0,39 \cdot 1500 (18 - (-13)) \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 0,027 \text{ Гкал/ч.}$$

1. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания №1:

$$Q_{M1}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рнo}} n_m 24 = 0,53 \frac{18 - 9,3}{18 - (-13)} 5 \cdot 24 = 17,9 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M1}(\text{декабрь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рнo}} n_m 24 = 0,53 \frac{18 - 4,1}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 176,9 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M1}(\text{январь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,53 \frac{18 - 0,8}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 218,7 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M1}(\text{февраль}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,53 \frac{18 - 3,4}{18 - (-13)} 28 \cdot 24 = 167,8 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M1}(\text{март}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,53 \frac{18 - 8,6}{18 - (-13)} 16 \cdot 24 = 61,6 \text{ Гкал.}$$

2. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания №2:

$$Q_{M2}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,348 \frac{18 - 9,3}{18 - (-13)} 5 \cdot 24 = 11,8 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M2}(\text{декабрь}) = Q_2 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,348 \frac{18 - 4,1}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 116,2 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M2}(\text{январь}) = Q_2 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,348 \frac{18 - 0,8}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 143,6 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M2}(\text{февраль}) = Q_2 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,348 \frac{18 - 3,4}{18 - (-13)} 28 \cdot 24 = 110,2 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M2}(\text{март}) = Q_2 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,348 \frac{18 - 8,6}{18 - (-13)} 16 \cdot 24 = 40,4 \text{ Гкал.}$$

3. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания СИА:

$$Q_{M3}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,554 \frac{18 - 9,3}{18 - (-13)} 5 \cdot 24 = 18,7 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M3}(\text{декабрь}) = Q_{СИА} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,554 \frac{18 - 4,1}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 184,9 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M3}(\text{январь}) = Q_{СИА} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,554 \frac{18 - 0,8}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 228,6 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M3}(\text{февраль}) = Q_{СИА} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,554 \frac{18 - 3,4}{18 - (-13)} 26 \cdot 24 = 162,8 \text{ Гкал.}$$

4. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания общежития:

$$Q_{M4}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,14 \frac{20 - 9,3}{20 - (-13)} 5 \cdot 24 = 5,5 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M4}(\text{декабрь}) = Q_{ХХ} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,14 \frac{20 - 4,1}{20 - (-13)} 31 \cdot 24 = 50,1 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M4}(\text{январь}) = Q_{ХХ} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,14 \frac{20 - 0,8}{20 - (-13)} 31 \cdot 24 = 60,7 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M4}(\text{февраль}) = Q_{ХХ} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,14 \frac{20 - 3,4}{20 - (-13)} 28 \cdot 24 = 47,3 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M4}(\text{март}) = Q_{ХХ} \frac{t_{вн} - t_{ср.м}}{t_{вн} - t_{рно}} n_M 24 = 0,14 \frac{20 - 8,6}{20 - (-13)} 16 \cdot 24 = 18,5 \text{ Гкал.}$$

5. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания №10:

$$Q_{M5}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,083 \frac{18 - 9,3}{18 - (-13)} 5 \cdot 24 = 2,8 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M5}(\text{декабрь}) = Q_{10} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,083 \frac{18 - 4,1}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 27,7 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M5}(\text{январь}) = Q_{10} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,083 \frac{18 - 0,8}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 34,2 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M5}(\text{февраль}) = Q_{10} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,083 \frac{18 - 3,4}{18 - (-13)} 28 \cdot 24 = 26,3 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M5}(\text{март}) = Q_{10} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,083 \frac{18 - 8,6}{18 - (-13)} 16 \cdot 24 = 9,7 \text{ Гкал.}$$

6. Среднемесячная тепловая нагрузка для здания №4:

$$Q_{M6}(\text{ноябрь}) = Q_1 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,027 \frac{18 - 9,3}{18 - (-13)} 5 \cdot 24 = 0,9 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M6}(\text{декабрь}) = Q_4 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,027 \frac{18 - 4,1}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 9,0 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M6}(\text{январь}) = Q_4 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,027 \frac{18 - 0,8}{18 - (-13)} 31 \cdot 24 = 11,1 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M6}(\text{февраль}) = Q_4 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,027 \frac{18 - 3,4}{18 - (-13)} 28 \cdot 24 = 8,5 \text{ Гкал.}$$

$$Q_{M6}(\text{март}) = Q_4 \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.м}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{рнo}}} n_M 24 = 0,027 \frac{18 - 8,6}{18 - (-13)} 16 \cdot 24 = 3,1 \text{ Гкал.}$$

Для определения годовой (сезонной) нагрузки результаты расчетов суммируем (табл. 5).

Таблица 5.

Годовая (сезонная) тепловая нагрузка, Гкал

| Здание        | Ноябрь<br>(5 сут) | Декабрь<br>(31 сут) | Январь<br>(31 сут) | Февраль<br>(28 сут) | Март<br>(16 сут) | Всего за<br>сезон |
|---------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| №1            | 17,9              | 176,9               | 218,7              | 167,8               | 61,6             | 642,9             |
| №2            | 11,8              | 116,2               | 143,6              | 110,2               | 40,4             | 422,2             |
| СиА           | 18,7              | 184,9               | 228,6              | 162,8               | -                | 595               |
| Общеж.        | 5,5               | 50,1                | 60,7               | 47,3                | 18,5             | 182,1             |
| №10           | 2,8               | 27,7                | 34,2               | 26,3                | 9,7              | 100,7             |
| №4            | 0,9               | 9,0                 | 11,1               | 8,5                 | 3,1              | 32,6              |
| Всего в месяц | 57,6              | 564,8               | 696,9              | 522,9               | 133,3            | 1975,5            |

Таким образом, в отопительный сезон 2017-2018 (26.11.2017 – 16.03.2018) для отопления зданий университета до комфортных температур необходимо было 1975,5 Гкал тепла. На самом деле, согласно расчетам тепловых сетей г. Душанбе, тепловая энергия поставлена намного больше, что привело к

значительным потерям тепла (приходилось часто открывать окна) и соответственно повышенным расходам финансовых средств университета.

Данный расчет является приближенным. Необходимо учитывать, что в университете проведены энергосберегающие меро-



приятия (замена старых окон на пластиковые окна). Для точного определения расхода тепла, возможности регулирования температуры помещений и вследствие – энергосбережения, необходимо устанавливать на входе в систему отопления зданий приборы контроля (теплосчетчики) и регулирования тепла.

#### Литература

1. МДК 4-05.2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения. “Роскоммунэнерго”. 2004.-78 с.
2. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. –М.: 2012.-30 с.
3. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения. –М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.-26 с.
4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Госстрой СССР, ГП ЦПП, 1996.-136 с.

#### ҲИСОБКУНИИ САРБОРИИ ГАРМИИ БИНОҶОИ ТАЪЛИМӢ ВА ИСТИҚОМАТИИ ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ БО НАЗАРДОШТИ ҲАРОРАТИ МИЁНАМОҶӢ ДАР Ш. ДУШАНБЕ

*С.А. Тагоев, Ш.Қ. Шарипов, Ҳ.А. Зоиров*

Дар мақола дар асоси методикаи ҳисобкунии сарбории гармии биноҳо бо қиматҳои қалонқардашуда сарбориҳои гармии биноҳои таълимӣ ва истиқоматӣ (хобгоҳ)-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ бо назардошти ҳарорати миёнамоҳӣ дар ш. Душанбе ҳисоб карда шудааст. Дар натиҷаи таҳлили натиҷаҳо ва муқоиса бо дигар манбаъҳо маълум карда шудааст, ки сарбории гармии биноҳо нисбат ба гармидиҳии шабакаҳои гармидиҳӣ хеле кам мебошад. Баназаргирии ҳарорати миёнамоҳӣ ҳангоми танзимкунии тавоноии гармӣ имконият меди-

ҳад, ки энергияи гармӣ ва маблағ сарфа карда шавад.

**Калимаҳои асосӣ:** сарбории гармӣ, гармкунии биноҳо, ҳарорати ҳисобӣ, сарфи гармӣ, энергиясарфакунии.

#### CALCULATION OF THERMAL LOAD OF EDUCATIONAL AND RESIDENTIAL BUILDINGS OF TAJIK TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ACADEMICIAN M.S. OSIMI TAKING INTO ACCOUNT AVERAGE MONTHLY TEMPERATURES OF DUSHANBE *S.A. Tagoev, S.K. Sharipov, A.H. Zoirov*

In the article, on the basis of existing methods of calculation of thermal load on the aggregated data, the calculations of thermal loads of educational and residential (hostel) buildings of Tajik technical University named after academician M.S. Oshimi, taking into account the average monthly temperatures in Dushanbe. The analysis and comparison with other sources revealed that the thermal load of buildings is much less than the amount of heat coming from the heating network. Taking into account the average monthly temperature when regulating the power of the heat flow saves heat energy and financial resources.

**Key words:** heat load, heating, design temperature, heat consumption, energy saving.

#### Сведения об авторах:

Тагоев Сафовидин Асоевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция и теплоэнергетика» ТТУ имени академика М.С. Осими, тел.: (+992) 91 913 26 39, E-mail: [safovidin@mail.ru](mailto:safovidin@mail.ru)

Шарипов Шухрат Курбонович – к.т.н., доцент, проректор по АХЧ ТТУ имени академика М.С. Осими, тел.: (+992) 938880866, E-mail: [shukhrat.s@inbox.ru](mailto:shukhrat.s@inbox.ru)

Зоиров Хикматулло Абдухоликович – к.т.н., заместитель начальника котлотурбинного цеха ТЭЦ-2, тел.: (+992) 91724787.

#### ФОРМИРОВАНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ДУШАНБЕ: ТРАДИЦИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

*Ф.З. Мирзоева*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Городская среда - пространство, образованное в черте города, где традиции архитектурного зодчества ее убранства внешней и внутренней среды формировались на протяжении многих веков с существованием*

*человечества. Современная городская среда является носителем исторической городской застройки и может рассматриваться как основа для возникновения новых направлений науки дизайна городской среды, ландшафт-*

ного дизайна, области практической деятельности, которые сложились в модернизированном направлении и определяют качество жизни городской среды населения.

**Ключевые слова:** городская среда, ландшафт, градостроительство, дизайн, традиции, современность.

Строительный опыт архитектуры малых городов и горных поселений Таджикистана демонстрирует, что еще в глубокой древности выработаны определённые принципы деликатного вторжения в окружающую среду. Наглядным подтверждением сказанному является композиционный анализ историко-культурных памятников Таджикистана получивших мировую известность – это городища и отдельные здания раннесредневековой столицы Уструшаны Бунджикат и Пенджикента, древнеземледельческого поселения Саразм, крепость Мугтепа в г. Истаравшан, заповедник в г. Гиссар, городища Тахти Сангин с храмом Окса в Кабадианском районе, крепость арки города Худжанд и Хульбук в Восейском районе и др., где, можно отметить, что древние зодчие тонко понимали единство своего творения и природы и в своей градостроительной деятельности интуитивно использовали принципы пластического взаимодействия архитектуры и природных форм, учитывая роль ландшафтных элементов в городской среде.

Таджикский народ прошел длинный путь социально - экономического, культурного, политического и этнического развития в области науки и техники, образования, культуры и искусства и других отраслей.

Рассматривая и изучая историю Таджикистана с древних времён, в целом можно констатировать, что культура и её система ценностей на протяжении многих веков отличалась преемственностью передачи в сохранении национальной архитектуры, традиций, а также способствовала формированию окружающей человека здоровой среды.

Сегодня с увеличением естественного прироста населения в Таджикистане необходимо организация комплексного решения градостроительного преобразования городов и сел, развития социальной инфраструктуры и общественных услуг, формирования новой архитектурной среды с местной спецификой, колоритом малых архитектурных форм и применения в архитектуре декоративного убранства в традиционном стиле [1, с.60-62].

В настоящее время в республике имеется 23 города, 52 малых города (поселков

городского типа) и более 3800 сельских населенных пунктов [2].

Согласно данным Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан на 1 января 2016 года численность населения Таджикистана составляла 8551,2 тыс. человек, из них городских - 2260,3 тыс., а сельских - 6290,9 тыс. человек [3, с. 6-9]. По этим данным в Таджикистане численность населения в 2018 году достигла 9 миллионов человек. Основная часть населения городов и сельских населенных пунктов Таджикистана размещены в долинах и предгорных склонах на высоте до 1000 м над уровнем моря. Более 25% жителей малых городов и сельских поселков расположены на высотах от 1000 до 2000 м над уровнем моря.

Наше государство направило все свои усилия и потенциальные возможности на реализацию реформ и обновление государственных структур, социально-общественное переустройство страны и несмотря на новые условия рыночной экономики государственно - социальных структур были выполнены значительные работы по сфере культуры, включающие разнообразные объекты обслуживания, проведения досуга, общественно-культурных, развлекательных комплексов.

За последние годы в городах и районах Таджикистана культурная ситуация в стране претерпевает заметное улучшение, которое прежде всего выражается в осуществляемых культурных реформах и реализации ряда программ в различных областях общественной жизни.

Для осуществления политики и устойчивого развития государства и программ административных районов, обеспечивающих интеграцию городов и сельских районов в национальную экономику, требуется создание современных высокоэффективных работ по проектированию современных, высокоэффективных культурно-развлекательных комплексов, центров, которые уделяют особое внимание формированию личности, происходит приобщение к ценностям общественной жизни и культуры городов и районов Таджикистана.

В республиканский список городов и других населенных исторических центров входят 5 городов Республики Таджикистан: Душанбе, Истаравшан, Худжанд, Пенджикент, Гиссар. Среди данных исторических городов город Душанбе является одним из самых молодых столиц мира с историческими памятниками, расположенными на ее территории, который сегодня удивляет и восхищает

нас новым обликом градостроительного решения, современных значимых зданий и сооружений с применением традиционного декора и интенсивной, бурной застройкой центральной части столицы и её пределов.

Душанбе еще в начале XVII века был кишлаком, застроенным глинобитными одноэтажными домами, и после с течением времени возник город с 170 тысячным населением. Именно в 30-е годы после приобретения Таджикистаном статуса самостоятельной союзной республики появились возможности дальнейшего развития г. Душанбе. Быстрым темпом развивалось градостроительство с расширением площади города и увеличением притока населения, генеральный план которого в 1938 году был разработан Ленинградским государственным институтом (Гипрогором) градостроительства и инвестиционного развития.

В советские годы генеральный план города Душанбе считался одним из успешных планов. Разработанный и предложенный первый Генеральный план, является основой для корректировки нынешнего генплана. Поэтому новая корректировка генерального плана, которая разрабатывалась в течение семи лет специалистами ОАО «Гипрогор» из России дает возможность вернуться к поэтапному решению важнейших задач городского развития с учетом современных реалий и будущего развития социально-экономической, градостроительной и инженерной инфраструктуры.

В процессе подготовки предстоящей работы по новой редакции генерального плана была разработана «Программа социально-экономического развития г. Душанбе на 2007-2015 годы», с целью определения основных, приоритетных направлений деятельности Исполнительного органа государственной власти г. Душанбе и выявления путей поэтапного решения приоритетных задач. Кроме того, корректировке Генерального плана реконструкции столицы подлежат центральные части и ее улицы. Новая «Программа социально-экономического развития города Душанбе на период до 2025 года», в разработке которого приняли участие активные горожане была утверждена на тринадцатой сессии Маджлиса народных депутатов города Душанбе пятого созыва, в разработке которого Исполнительный орган государственной власти города Душанбе пригласил принять участие инициативных и активных горожан и представителей разных сфер деятельности, которые внесли свои креативные

предложения и ценные идеи в разработку программы по развитию столицы.

Концепция генерального плана города Душанбе разработана с учетом комплексного использования двух вариантов территориального развития города - «А» - с развитием города на юг и - «В» - с развитием города на север и северо-восток. Таким образом, в соответствии с генеральным планом г. Душанбе площадь столицы увеличится с 12,6 до 36 тысяч гектаров за счет присоединения земель, прилегающих к столице города Вахдата, районов Рудаки и Гиссара [4].

Развитие города на современном этапе проходит в сложных условиях реформирования социально-экономической системы жизни, значительным ростом населения города, а также высоким темпом автомобилизации населения города. В Душанбе действует «Программа развития дорог города Душанбе на 2016-2020 гг.», согласно которой за 3 года все дороги и тротуары столицы будут отремонтированы, расширены и обновлены.

По данному проекту ведутся работы над проектированием 40 больших и малых дорог, к примеру в настоящее время в столице завершено строительство новой эстакады в районе Карияи Боло и начаты работы над строительством эстакады на 82-м микрорайоне, работа над которой реализуется в рамках проекта «Улучшение автодороги Душанбе - граница Узбекистан, расширение участка дороги от памятника Авиценны до Западных ворот». Можно сказать, что этот проект намного улучшит транспортную инфраструктуру города и уменьшит проблемы на магистральных дорогах.

В соответствии с Постановлением Исполнительного органа государственной власти г. Душанбе, а также с министерствами и ведомствами до 2025 года запланировано реализовать план защиты окружающей среды города и прилегающей к ней территории, инженерную подготовку территории, реабилитацию существующих инженерных коммуникаций и сооружений в соответствии с утвержденным Генеральным планом г. Душанбе.

На встрече с руководством, активистами и ответственными лицами различных сфер местного исполнительного органа государственной власти г. Душанбе, состоявшейся 15.02.2017 года в городе Душанбе, Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон в своем выступлении отметил о перспективе дальнейшего социально-экономического развития столицы, поиска путей решения имеющихся проблем, разработки новых

планов и программ, расширения благоустройства, также улучшения дорог в поселках и кварталах города Душанбе, строительства новых зданий и сооружений по разработанному генплану.

Сегодня, с момента вступления на пост Председателя города Душанбе Рустами Эмомали, стали происходить заметные и благоприятные изменения в развитии и благоустройстве города Душанбе. Его плодотворная работа во благо процветания столицы очень хорошо прослеживается в строительстве и реставрации жилых домов в центральной части города, улучшении дорог, реконструкции культурно-развлекательных парков, благоустройстве городской среды, построек десятки спортивных площадок, также проведена реформа в сфере общественного транспорта, внедрена электронная система оплаты за проезд, а также выполнены другие приоритетные созидательные задачи [6].

В Душанбе за последние годы было возведено множество зданий и сооружений, только за 2015-2016 гг. 52 здания были построены, и из них 18 сданы в эксплуатацию. Для строительства в городе Душанбе были выделены 43 млрд. сомони денежных средств. Также были построены 36 государственных культурных учреждений.

Следует отметить, что среди множества построенных современных зданий за последнее десятилетие привлекает всё больше внимание жителей, так и туристов сохранение и укрепление своеобразия передовых архитектурных традиций. Например, здание комплекса Дворца нации (2008 г.); культурно-торговый центр «Душанбе-Плаза» (2011 г.) – самое высокое здание столицы; Государственный флаг Таджикистана (2011 г.), высота 165 метров, как самый высокий флагшток в мире был внесен в книгу рекордов Гиннеса; комплекса зданий «Диёри Душанбе» - воздвигнут вдоль берега озера Джавонон в центре Душанбе, составляет 68 тыс. кв. метров (2012 г.); Национальная библиотека Таджикистана на проспекте Рудаки (2013 г.); торговый комплекс «Пойтахт-90», ныне городской рынок «Мехргон» (2014 г.); Национальный музей Таджикистана (новое здание); Национальная библиотека Таджикистана - самая большая в Центральной Азии; Городской развлекательный столичный парк «Боги Пойтахт» (2011); торгово-развлекательный центр «Ашан» (2016 г.); 25-этажное - здание комплекса в центре столицы на главной оси проспекта Рудаки; дворец «Кохи Навруз» (2009-2014 гг.), здание новой крупнейшей

мечети Центральной Азии в Душанбе (с 2011 г. идет строительство) и др.

Город Душанбе с каждым годом развивается и приобретает новый облик с новыми современными постройками общественно-культурных и элитных многоэтажных жилых зданий. Среднеэтажное и многоэтажное жилищное строительство предусматривается на реконструируемых территориях в существующем городе и в основном на новых площадках в пойме реки Кафирниган. Ориентировочный снос жилищного фонда составит порядка 750 тыс.м<sup>2</sup> стихийно-возникшей индивидуальной кибиточной жилой застройки в центральной части города. Существующий сохраняемый жилищный фонд - 6900 тыс. м<sup>2</sup> общей площади. Последующее развитие архитектуры (первое десятилетие XXI века) показывает неуклонный рост архитектурно-художественного творчества зодчих, повышение качества подготовки специалистов, появление ярких и самобытных произведений зодчества и искусства, которые стали олицетворением миролюбивой политики таджикского государства [5, с. 296-303].

Хотелось отметить, что градостроительная структура должна решаться грамотно, системно, экономично и гармонично, отвечать высоким духовным ценностям среды жизнедеятельности. По этому поводу необходимо разработать стратегическое территориальное и градостроительное планирование и большое внимание уделить историческим городам, которые являются как местами сосредоточения историко-культурных памятников, так и мировыми известными центрами культурного, курортного туризма. Таджикистан в будущем может стать одним из известных центров рекреации - курортного лечения и оздоровления, историко-культурного туризма, массового неорганизованного отдыха, которые по главным направлениям могут выйти на международный уровень.

Отрадно отметить, что по поводу развития туристической отрасли, привлечения инвестиций в инфраструктуру туризма 2018 год в стране объявлен Годом развития туризма и народных промыслов. В своем послании Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон отметил, что правительство республики проявляет всесторонний интерес к сфере туризма и создает необходимые условия для ее дальнейшего развития.

В настоящее время в Таджикистане руководство Республики Таджикистан, а также население и специалисты проявляют большое внимание защите и сохранению истори-

ко-культурных памятников, как одной из стратегических задач культурной политики государства в условиях глобализации.

На современном этапе социально-экономического и территориального развития Таджикистана приоритетным направлением в государственной градостроительной практике исторических городов должен стать стратегический прогноз территориального и градостроительного планирования. Главным в этой стратегии перехода от выживания к возрождению исторических городов и поселений должны быть современные методы сохранения и защиты памятников и достопримечательных мест, разработки нормативно-правового обеспечения архитектурно-градостроительной и строительной деятельности.

В улучшении окружающей среды городов, в том числе города Душанбе нашей республики, и в первую очередь его воздушного бассейна, большая роль принадлежит крупным озелененным территориям в наиболее необходимых для этого частях городов. Эти территории в основном расположены в городской части и недалеко от пригородной зоны.

Необходимо вести строгий контроль за обеспечением сохранности озелененных территорий особенно в южном направлении, согласно генплану по варианту А, где нужно разработать благоустройство и расширить их в нужных местах города Душанбе и за его пределами.

В градостроительстве города Душанбе необходимо рассмотреть и решить новый принцип архитектурно-планировочной организации жилой застройки средней этажности с общественным обслуживанием на горном рельефе. Также при строительстве новых высотных зданий необходимо учесть высокую сейсмичность и коммуникационную систему – дорог, социальных объектов, сеть магазинов, линий электропередачи, водоканализационной системы и др.

Для благоустройства города и ее организации необходимо более четкое решение подземных коммуникаций на территории центра города и на его перифериях, а также решение ландшафтно-озелененной системы, обводнения. Также необходимо сохранить историческую среду, сложившуюся на протяжении веков, градостроительную планировку, архитектурный облик и особый национальный колорит города, которыми можно привлечь местных жителей, туристов и гостей столицы.

### Литература:

1. Мирзоева Ф.З. Социально-экономические и историко-культурные условия развития строительства архитектуры Таджикистана //Перспективы развития науки и образования в XXI веке: тезисы докл. Международной научно-практической конференции. (Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, 24-25 ноября 2004 г.) – Душанбе, изд-во «ЭР-граф», 2005. -С.60-62.
2. Акбаров А. Концепция совершенствования планировочной структуры горных поселений в условиях Таджикистана. Архитектура и строительные науки №1, 2 (14,15) 2013.
3. Статистический сборник «Численность населения Республики Таджикистан на 1 января 2016 года». –С. 6-9.
4. Концепция развития культуры Республики Таджикистан. №501, 2005.
5. Мукимов Р.С., Шерматов М.У. «Архитектура Таджикистана в годы независимости». Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии. /Сборник материалов международной научно-практической конференции. – В 3-х томах. – Том 3. /Под ред. проф. В.Н. Евсеева. - Тюмень: ТИУ, 2016. - С. 296-303.
6. Корректировка генерального плана Республики Таджикистан. Город Душанбе Концепция социально-экономического и территориального развития / [www.Kilouma.ru/safina](http://www.Kilouma.ru/safina)

### ТАШАККУЛЁБИИ МУҲИТИ ШАҲРСОЗИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ: АНЪАНА ВА ЗАМОНИ МУОСИР Ф.З. Мирзоева

Муҳити шаҳр – фазо, ки дар атрофи шаҳр ташаккул ёфтааст, фарҳанги меъмории анъанавӣ бо ороиши муҳити дохилӣ ва берунӣ дар раванди асрҳои зиёд бо мавҷудияти инсоният ташаккул ёфтааст. Муҳити шаҳри муосир заминаи шаҳрсозии таърихӣ мебошад ва мумкин аст ҳамчун асос барои пайдоиши самти нави илми дизайни муҳити шаҳр, дизайни ландшафтӣ, соҳаи фаъолияти амалӣ ба назар гирифта шудааст, ки он барои самти навсозӣ равона гардидааст ва сифати ҳаёти аҳолиро дар муҳити шаҳр муайян мекунад.

**Калимаҳои калидӣ:** муҳити шаҳрсозӣ, ободкунӣ, шаҳрсозӣ, дизайн, анъана, ҳозиразамон.

**FORMATIONS OF THE TOWN-  
PLANNING ENVIRONMENT OF THE  
CITY OF DUSHANBE: TRADITION AND  
PRESENT**

*F.Z. Mirzoeva*

The urban environment is a space formed within the city, where the traditions of the architecture of its decoration of the external and internal environment have been formed for many centuries with the existence of humanity. The modern urban environment is the bearer of historical urban development and can be considered as the basis for the emergence of new

areas of science of urban design, landscape design, practical areas that have emerged in the modernized direction and determine the quality of life of the urban environment of the population.

**Key words:** urban environment, landscape, urban planning, design, traditions, modern.

**Сведения об авторе:**

Мирзоева Фируза Зокировна – кан. арх., доцент кафедры «Архитектуры и дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научно-теоретическом журнале Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Таджикского технического университета («Паёми политехникӣ. Баҳши Таҳқикотҳои муҳандисӣ.») публикуются научные сообщения по следующим направлениям: энергетика, строительство и архитектура, транспорт, химическая технология и металлургия.

1. Статья, представленная в редколлегию, должна иметь экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати от учреждения, в котором выполнена данная работа, а также рецензию специалиста в данной области науки.

2. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word, тщательно отредактированные и распечатанные в 2-х экземплярах через 1,5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297x210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: [fariduny@mail.ru](mailto:fariduny@mail.ru), [nisttu@mail.ru](mailto:nisttu@mail.ru). или [markaziitilootvanashr@mail.ru](mailto:markaziitilootvanashr@mail.ru).

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТГУ и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

|  |   |
|--|---|
| <b>P O L Y T E C H N I C</b>   |   |
| <b>BULLETIN</b>  |   |
| <b>4<sup>(44)</sup></b>  |   |
| <b>2018</b>  |   |
| <b>SERIES: ENGINEERING STUDIES</b>   |   |
| Published since<br>January 2008  |   |
| <b>SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL</b>  |   |
| <b>ISSN 2520-2227</b>  |   |
| <p><b>Founder and publisher:</b><br/>Tajik Technical University named<br/>after academician M. Osimi<br/>(TTU named after<br/>acad.M.Osimi)</p> <p>Scientific directions of periodical<br/>edition:</p> <p>— 5.14.00 Energy *</p> <p>— 5.16.00 Metallurgy and Materials*</p> <p>— 5.17.00 Chemical technology</p> <p>— 5.22.00 Transport*</p> <p>— 05.23.00 Construction and<br/>Architecture *</p> <p>The certificate of registration of<br/>organizations that have the right to<br/>print in the Ministry of Culture under<br/>number 0261 / JR from January 18,<br/>2017.</p> <p>Frequency of edition - quarterly.<br/>Subscription index in the catalogue<br/>"Tajik Post"-77762<br/>Договор с Научно-электронной<br/>Journal included in the Russian<br/>scientific citation index<br/><a href="https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828">https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828</a></p> <p>Договор -08/09-1 о включении жура в<br/>Российский индекс<br/>научноцитирования</p> <p>A full-text version of the journal is<br/>located at the site <a href="http://vp-es.ttu.tj/">http://vp-es.ttu.tj/</a></p> <p><b>Editorial address:</b><br/>734042, Dushanbe,<br/>10A, acad. Rajabovs ave.<br/>Tel. : (+992 37) 227-04-67<br/>Fax: (+992 37) 221-71-35<br/><b>E-mail:</b> <a href="mailto:nisttu@mail.ru">nisttu@mail.ru</a></p> | <p style="text-align: center;"><b>EDITORIAL TEAM:</b></p> <p><b>H.O. ODINAZODA</b><br/>Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of<br/>Tajikistan, Doctor of Technical Sciences, Professor - Chief Editor<br/><b>M.A. ABDULLOEV</b><br/>Candidate of technical sciences, Associate Professor, Deputy Chief Editor<br/><b>A.D. RAKHMONOV</b><br/>Candidate of technical sciences, Associate Professor, Deputy Chief Editor<br/><b>A.B. BADALOV</b><br/>Doctor of Chemistry, Professor<br/><b>I.N. GANIEV</b><br/>academician of AS RT, Doctor of Chemistry, Professor<br/><b>A.G. GIYASOV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor<br/><b>R.A. DAVLATSHOEV</b><br/>Candidate of technical sciences, Associate Professor<br/><b>T.J. JURAEV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor<br/><b>V.S. IVASHKO</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Belarus)<br/><b>L.S. KASOBOV</b><br/>Candidate of technical sciences, Associate Professor<br/><b>T.I. MATKERIMOV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Kyrgyz Republic)<br/><b>R.S. MUKIMOV</b><br/>Doctor of Architecture, Professor<br/><b>D.N. NIZOMOV</b><br/>Corr. member of AS RT, Doctor of Technical Sciences, Professor<br/><b>F.I. PANTELEENKO</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Belarus)<br/><b>A.I.SIDOROV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)<br/><b>V.V. SILYANOV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)<br/><b>A.G. FISHOV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)<br/><b>M.M. KHAQDOD</b><br/>Corr. member of AS RT, Doctor of Technical Sciences, Professor<br/><b>A.SH. SHARIFOV</b><br/>Doctor of Technical Sciences, Professor<br/><b>D.H. SAIDOV,</b><br/>Doctor of Engineering, professor<br/><b>A. AKBAROV,</b><br/>Doctor of Engineering, professor<br/><b>A. RUZIYEV,</b><br/>Candidate of Technical Sciences<br/><b>M.YU. YUNUSOV,</b><br/>Candidate of Technical Sciences</p> |

\*The specified directions of the Journal since October 18, 2017 are included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation.

The magazine since May 30, 2018 is included in the List of the reviewed scientific publications VAK RT.



**Мухаррири матни русӣ:** М.М. Якубова  
**Мухаррири матни тоҷикӣ:** Ф.М. Юнусов  
**Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:** Аҳдияи Саид

**Редактор русского текста:** М.М. Якубова  
**Редактор таджикского текста:** Ф.М. Юнусов  
**Компьютерный дизайн и верстка:** Аҳдияи Саид

**Нишонӣ:** ш. Душанбе, хиёбони акад. Раҷабовҳо, 10<sup>А</sup>  
**Адрес:** г. Душанбе, проспект акад. Раҷабовых, 10<sup>А</sup>

Ба матбаа 20.12.2018 супорида шуд. Ба чоп 22.12.2018 имзо шуд.  
Чопи офсетӣ. Қоғози офсет. Андозаи 60x84 1/8  
**Адади нашр 200 нусха.**

**Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ  
ш. Душанбе, қўчаи акад. Раҷабовҳо, 10<sup>А</sup>**